

UNIVERSITÉ D'AIX-MARSEILLE

FACULTÉ DES SCIENCES de MARSEILLE

N° D'ORDRE : 3

THÈSE

PRÉSENTÉE

A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE L'UNIVERSITÉ D'AIX-MARSEILLE

pour l'obtention du titre

D'INGENIEUR-DOCTEUR

PAR

LUC DE CAMIRAN

Ingénieur de l'Institut d'Optique

Licencié ès-sciences

LE DÉVELOPPEMENT ET LE TIRAGE DES FILMS CINÉMATOGRAPHIQUES

Soutenue le Décembre 1942 devant la Commission d'examen

M. Ch. FABRY, Membre de l'Institut,	<i>Président</i>
MM. H. BUISSON, Correspondant de l'Institut	{ <i>Examineurs</i>
P. SÈVE,	
C. JAUSSEAN,	

ÉDITION DU CENTRE ARTISTIQUE ET TECHNIQUE DES JEUNES DU CINÉMA *

Imprimerie Nouvelle de Marseille

MARSEILLE

1942

**Le Développement et le Tirage
des Films Cinématographiques**

UNIVERSITÉ D'AIX-MARSEILLE

FACULTÉ DES SCIENCES de MARSEILLE

N° D'ORDRE : 3

THÈSE

PRÉSENTÉE

A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE L'UNIVERSITÉ D'AIX-MARSEILLE

pour l'obtention du titre

D'INGENIEUR-DOCTEUR

PAR

LUC DE CAMIRAN

Ingénieur de l'Institut d'Optique

Licencié ès-sciences

LE DÉVELOPPEMENT ET LE TIRAGE DES FILMS CINÉMATOGRAPHIQUES

Soutenue le Décembre 1942 devant la Commission d'examen

M. Ch. FABRY, Membre de l'Institut,	<i>Président</i>
MM. H. BUISSON, Correspondant de l'Institut	{ <i>Examineurs</i>
P. SÈVE,	
C. JAUSSERAN,	

ÉDITION DU CENTRE ARTISTIQUE ET TECHNIQUE DES JEUNES DU CINÉMA

Imprimerie Nouvelle de Marseille

MARSEILLE

1942

FACULTÉ DES SCIENCES DE MARSEILLE

Mort au Champ d'Honneur :

M. Fr. MARTY,

Maître de Conférences de Mathématiques •

(14 juin 1940)



Doyen et Professeur honoraire :

M. MARCHAUD

Professeurs honoraires :

MM. M. CAULLERY, Ch. FABRY, E. FABRY, J. PERES, L. HOULLEVIGUE,
J. COTTE, E. DECROCK

Doyen : M. G. CORROY ; **Assesseur :** M. A. TIAN ;

Secrétaire : M. A. CASTELLA.

MM.

Professeurs :

H. BUISSON	Physique générale.
P. SEVE	Physique industrielle.
A. TIAN	Chimie générale.
M. KOLLMANN	Zoologie générale.
H. BIERRY	Physiologie.
J. BOSLER	Astronomie.
E. TRAYNARD	Calcul différentiel et intégral.
L. MARGAILLAN	Chimie industrielle.
G. CORROY	Géologie et Minéralogie.
P. CHOUX	Botanique générale.
E. RAYMOND	Chimie P. C. B.
R. THIRY	Mécanique rationnelle et Mécanique des fluides
G. PETIT	Biologie animale.

MM.

Maîtres de Conférences :

H. PRAT	Biologie végétale.
C. JAUSSERAN	Physique P. C. B.
ROGER (1)	Mathématiques.
L. SACKMANN	Mécanique des fluides.

MM.

Chargés de Conférences :

J. ROCHE	Chimie.
G. DENIZOT	Géographie physique et Géologie appliquée.
E. CALVET	Chimie.
J. TIMON-DAVID	Zoologie agricole.
A. FAVRE	Mécanique des fluides.

Maîtres de Conférences honoraires :

MM. E. MEISSONNIER, L. LAURENT, F. VAN GAVER, H. BIMAR

(1) Prisonnier de guerre. Suppléé par M. E. BLANC.

*AU CENTRE ARTISTIQUE ET TECHNIQUE DES JEUNES
DU CINEMA.*

SOMMAIRE

INTRODUCTION : Agencement d'une usine de tirage.....	9
--	---

Chapitre 1 : DEVELOPPEMENT DES POSITIFS ET DES NEGATIFS	15
---	----

Types de machines à développer.....	15
Circulation du Bain de Développement.....	18
Vitesse et Temps de développement.....	19
Formule des bains	19
Bains de renforcement	22
Conditions de stabilité du bain	25
1° Constance des propriétés du révélateur.....	25
(avec une remarque sur le bain neuf et le bain vieux et sur le jaunissement du bain et la couleur des images).	
2° Volume du bain approprié en circulation.....	27
3° Constance de la température avec une remarque sur les causes de dérèglage du thermostat.....	27
4° Constance de la circulation.....	28
Propreté du bain	29
Bain de fixage	30
Lavage	31
Séchage	32
Avaries pendant le développement.....	33
(zones, bulles d'air, saletés collées sur la gélatine du film)	
Contrôle du bain de développement.....	35
Remarques sur la granulation.....	38

Chapitre 2 : REGLAGE DES EMULSIONS.....	41
---	----

Utilisation des courbes caractéristiques pour le réglage des émulsions	41
Indication du réglage des émulsions.....	44
Essais pratiques	45
Bobines d'essais	45
Contrôle des axes d'une émulsion.....	46
Remarque pour le réglage des pellicules pour contretype.....	47
Remarque sur la courbe caractéristique et le gamma pour les pellicules son.....	48

Chapitre 3 : ETALONNAGE DES NEGATIFS.....	51
---	----

Chapitre 4 : TIRAGE	53
<i>Types de tireuses</i>	53
<i>Constance des tireuses</i>	54
1° Circuit électrique	54
2° Lampes de tirage	54
3° Système de changement de lumière dans les tireuses	55
<i>Tireuses à bande-cache</i>	56
<i>Contrôle des tireuses</i>	58
<i>Résultats pratiques du contrôle des tireuses</i>	60
<i>Remarque : comparaison du tirage à défilement saccadé et à défilement continu</i>	62
<i>Assortiment de tireuses dans une usine de tirage</i>	64
<i>Tireuses titres</i>	64
<i>Tireuses réductrices</i>	66
<i>Tirage des sons avec la lumière ultra-violette</i>	67
<i>Tireuses multiples</i>	67
<i>Système de tireuses à envisager</i>	68
<i>Avaries de tirage (effluves, rayures, décadrage, déraille- ment du film, manque de fixité, pompage, pannes mécaniques et électriques)</i>	69
<i>Mesures de sécurité contre l'incendie dans un atelier de tirage</i>	71
<i>Eclairage de l'atelier de tirage</i>	72
<i>Température de l'atelier de tirage</i>	72
<i>Salle d'essuyage et de contrôle des négatifs</i>	73
<i>Dépolissage</i>	73
<i>Lavage</i>	74
Chapitre 5 : MONTAGE	75
Chapitre 6 : CONTROLE DES FILMS PAR PROJECTION	77

INTRODUCTION

Du développement des négatifs au tirage des copies de série, qui seront projetées dans les salles de cinéma, il y a toutes sortes d'opérations qui sont faites dans de véritables usines, dites usines de tirage, ou laboratoires de tirage de films.

Les usines de tirage françaises, en temps normal, développent plus de 500 kilomètres de négatifs par mois, parfois près d'un millier et tirent de 4 à 5.000 kilomètres de positifs par mois. Concentrées surtout dans la région parisienne, elles occupent plusieurs milliers d'ouvriers et d'ouvrières. On voit l'importance de cette industrie, qui a grandi d'année en année depuis le développement du cinéma dans ces dernières années.

Le tirage du film est une opération industrielle qui nécessite un très grand soin et de très grandes précisions, car il y a beaucoup de causes de variations. Il serait souhaitable qu'on abandonne de plus en plus l'empirisme et le système consistant à travailler en faisant des bouts d'essai, pour faire de plus en plus des mesures vraiment scientifiques, maintenant que la science met plusieurs instruments de mesure à notre disposition, que ce soit en physique ou en chimie. Il y a beaucoup de progrès à faire à ce sujet dans les usines de tirage, pour arriver à une production de meilleure qualité, et surtout plus homogène, et à réduire le coefficient de malfaçon.

Bien entendu, dans cette étude, nous ne parlerons que du tirage tel qu'on l'exécute actuellement, c'est-à-dire du développement continu et non du développement sur châssis qui n'est plus pratiqué. Nous ne parlerons pas du virage, puisqu'il est passé de mode. D'ailleurs, les préférences actuelles vont beaucoup plus au cinéma en couleurs, qui n'est pas usité d'une façon commerciale en France à l'heure actuelle, et dont nous ne parlerons pas.

Nous avons fait de nombreuses expériences pendant plusieurs années, et sommes arrivés à certains résultats, notamment à avoir une développeuse bien au point, à régler d'une façon assez précise les tireuses et à les perfectionner, nous avons fait de nombreuses expériences sur le « réglage » des émulsions et le contrôle des bains et des tireuses.

Agencement d'une usine de tirage

Cette usine fait le développement et le tirage des films cinématographiques. Elle est connue sous le nom d'usine de tirage ou laboratoire de tirage. Elle doit d'abord être isolée d'autres bâtiments, à cause des risques d'incendie. Elle doit être dans un endroit propre, où il y a le moins de poussières possible dans l'air.

Elle doit être revêtue de matériaux divers, suivant l'usage des salles (ciment, céramique, etc...).

Dans une usine de tirage, la première opération est le développement des négatifs. Le producteur de films, que ce soit des grands films ou des documentaires, faits au studio ou en plein air, envoie chaque jour sa production à développer pour avoir dès le lendemain un positif tiré, dit « premier positif », qui lui permettra de juger si la scène tournée est bonne, et, s'il y a lieu, de la recommencer ou non.

Une fois les prises de vues finies, il faut monter le film. C'est ce que fait le « monteur ». Ce doit être un artiste, car il coupe les scènes, en supprime. N'oublions pas qu'un film normal, qui fait 2.400 mètres de long environ, nécessite en général au moins 20.000 mètres de négatif image et autant de négatif son. En général, le « monteur » du film s'installe dans l'usine de tirage, dans une salle dite de montage ; il ne dépend pas de l'usine, mais du producteur du film.

Le film une fois monté ainsi, il faut faire le montage des négatifs ; puis avant d'arriver aux copies de série, livrées aux salles de cinéma, il faudra « étalonner » ce négatif (1), titrer les copies positives, les développer, les contrôler. La longueur des bobines d'une copie d'un grand film va de 200 à 400 mètres. Un grand film comprend donc de 8 à 12 bobines environ.

Nous considérons qu'une usine de tirage doit avoir les services suivants :

1° *Développement des négatifs*. — Ce service développera les négatifs, image et son, et certains contretypes (1) qui se développent comme un négatif.

Ce service peut également faire des affaiblissements ou des renforcements de négatifs et de positifs, dans les cas où cela est nécessaire.

2° *Premier positif*. — Dans une salle, on contrôle les négatifs sortis du développement et on les donne à tirer en premier positif, puis on vérifie ce premier positif avant de le livrer aux producteurs, en se servant de petites projections et de grandes projections s'il y a lieu.

3° *Étalonnage*. — Ce service a pour but « d'étalonner » les négatifs, image et son, que ce soit pour tirer en premier positif ou en série.

4° *Tirage*. — Ce service tire les négatifs au moyen de machines dites « tireuses ». Il comprend : le tirage du premier positif, le tirage de la série en format « standard » et en format « réduit », le tirage des

1) *Remarque*. — On appelle « étalonner » un négatif, déterminer l'éclaircissement et les conditions de développement nécessaires pour obtenir un positif correct.

1) Le contertype négatif est un négatif obtenu à partir du négatif original, en passant par l'intermédiaire d'un positif spécial, dit contertype positif. Un bon contertype négatif fournira ensuite des copies identiques à celles tirées du négatif original,

contretypes. Ce service s'occupe de la pellicule vierge, qui est reçue d'une usine de fabrication ; il la répartit suivant les demandes du tirage, en collant les amorces (2) et en l'essuyant (3) s'il y a lieu.

5° *Développement des positifs.* — Ce service développe les positifs provenant du tirage, en format standard ou en format réduit ; il développe également les « contretypes » se développant au bain positif.

6° *Contrôle des copies.* — Le contrôle des copies de série se fait dans des salles de petite projection (en général muettes), et, pour une copie de présentation, dans une salle de grande projection.

7° *Montage positif et livraison.* — Ce service reçoit les copies contrôlées, monte les amorces et effectue la livraison.

La chaîne des travaux pour arriver au résultat final — la livraison des copies — est finie ; mais il y a certains services qui chevauchent les uns sur les autres, et qui sont :

8° *Format réduit.* — Ce service dirige le tirage du format réduit qui se fait au « tirage » et le développement qui se fait au « développement positif », car il est plus commode de grouper tous les tirages ensemble et les développements également. Ce service effectue le contrôle de ces copies, le montage positif et la livraison.

9° *Truquage et titres.* — Ce service qui fait les titres et truquages a une imprimerie adjointe dans les usines importantes.

10° *Fabrication et récupération de l'argent.* — *Chaufferies.* — Ce service fabrique les différents bains ; il s'occupe de la récupération de l'argent dans l'hyposulfite usagé, entretient les chaudières nécessaires pour chauffer les bains et les sècheuses. Il entretient également la centrale de réfrigération s'il y en a une.

11° *Entretien.* — Le service d'entretien de l'usine de tirage est composé de mécaniciens pour les nombreuses machines mécaniques de l'installation, et d'électriciens pour la centrale électrique du tirage, les très nombreux moteurs de l'usine, les salles de projection, les tables lectrices de son et d'image.

12° *Salles de montage.* — Ces salles de montage sont mises à la disposition des producteurs.

2) Pour charger une bobine de film sur un appareil de projection cinématographique, il est nécessaire de disposer d'abord d'une partie qui ne sera pas projetée, mais qui servira à mettre le film dans des débiteurs d'entraînement ; le début de la bobine sera fixé à l'axe du carter d'enroulement. Cette partie de la bobine qui permet le démarrage de l'appareil de projection s'appelle l'« amorce ». Elle mesure environ 7 mètres. Il y a également une « amorce » à la fin de la bobine.

3) L'« essuyage » d'un film cinématographique a pour but de le nettoyer pour enlever la poussière.

13° *Contrôle et laboratoires.* — Ce service, extrêmement important pour la bonne marche de l'usine, doit être dirigé par un ingénieur. Il détermine les nouvelles conditions de tirage (exposition et développement), pour chaque nouvelle émulsion employée. C'est ce que l'on indique brièvement par « régler » une émulsion. Il contrôle les bains, les tireuses, les produits livrés, les appareils de mesure, voit les perfectionnements techniques à faire.

14° *Le stock.* — Ce service comprend des pavillons très isolés, où toutes les précautions doivent être prises contre les risques d'incendie ; dans les uns, on stocke de la pellicule vierge, dans les autres, les négatifs qui doivent y rester des années et y être entreposés dans d'aussi bonnes conditions de conservation que possible.

Comme plan d'une usine de tirage, il est possible d'envisager une usine sans étage ou à un et même deux, s'il n'y a pas de place.

Au sous-sol, il y a intérêt à mettre la chaufferie, les pompes, les filtres, la centrale de réfrigération (s'il y a lieu), les souffleries. On peut y mettre également la salle de préparation des bains qui, dans une usine moderne, sont brassés mécaniquement avec, à côté, une salle pour le stockage des produits chimiques. Une machine à fabriquer les amorces (en enlevant la gélatine des films usages) peut aussi être mise au sous-sol.

Si la récupération de l'argent dans l'hyposulfite usagé, est faite par un procédé chimique, cela doit se faire dans un pavillon isolé, à cause des odeurs nocives et de la saleté. Si l'hyposulfite est régénéré électrolytiquement (procédé non encore utilisé en France), il est possible de faire cette installation au sous-sol.

Au rez-de-chaussée, il est commode d'envisager une usine où les diverses opérations qui doivent se faire à la suite les unes des autres, soient dans des salles qui se succèdent, pour ne pas perdre de temps. mieux assurer les liaisons et éviter de salir les films par des transports trop nombreux. Nous mettrons donc dans l'ordre :

- Développement des négatifs ;
- Salles de vérification des négatifs ;
- Salles de montage des premiers positifs ;
- Salle d'étalonnage ;
- Salle d'essuyage des négatifs, avec, à côté :
- Salle de fabrication des « bandes de tireuses » (1) ;
- Salles de tirage, avec, à côté,
- Salle pour la pellicule vierge ;

1) *Remarque.* — Nous verrons au chapitre du tirage que les machines à tirer dites « tireuses », ont un système automatique pour modifier leur éclairage, grâce à des bandes perforées dites « bandes de tireuses ».

- Salle de développement des positifs, avec, a côté,
- Une petite salle pour le contrôleur des bains et des tireuses.

Il est commode de mettre au rez-de-chaussée également :

- Les salles de petites projections ;
- Les salles de montage des positifs et le service des livraisons ;
- L'atelier d'entretien.

Au premier étage, il y aura :

- Le service du laboratoire ;
- Le montage des négatifs ;
- Les salles de grandes projections ;
- Les salles de montage pour les producteurs ;
- Les bureaux.

Les pavillons du stock sont dans des endroits isolés.

La centrale électrique à accumulateurs est mise également dans un endroit isolé.

L'installation d'approvisionnement en eau, qui varie selon qu'on la fait avec un puits ou à l'eau de la ville, est mise au sous-sol ou ailleurs.

CHAPITRE PREMIER

LE DÉVELOPPEMENT DES NÉGATIFS ET DES POSITIFS

Les opérateurs de prises de vues envoient à l'usine de tirage leurs travaux, soit dans des boîtes de pellicules ordinaires, soit quelquefois dans les carters amovibles des caméras, que ce soit pour l'image ou pour le son.

Quequefois l'image et le son sont sur la même pellicule ; c'est le cas d'un certain nombre d'appareils d'actualités ; en général, il y a deux négatifs séparés pour l'image et pour le son, et c'est bien préférable pour la qualité du son, car le négatif son ne doit pas avoir les mêmes qualités que le négatif image ; le négatif son à densité fixe doit être très contrasté, et pour cela, on le développe dans un bain différent.

Les pellicules négatives images sont très variées ; elles sont plus ou moins sensibles (suivant qu'on tourne le film en studio, en extérieurs, le jour ou la nuit), et plus ou moins contrastées. Nous citerons le Kodak S.S. (type courant), Super X (panchromatique), Super XX (pour la nuit) ; la pellicule négative son est unique. Elle ressemble plus à une pellicule positive qu'à une négative.

Les machines pour développer les positifs et les négatifs sont analogues ; seules, les conditions varient (temps de développement, débit des machines, éclairage des salles de développement). C'est pourquoi nous étudions dans ce même chapitre les développements des négatifs et des positifs.

Types de machines à développer

Bien entendu, nous ne parlons que du développement continu, car le développement sur cadre n'est plus pratiqué.

Un grand nombre de développeuses continues utilisent le procédé dit « de diabolos » (1) pour assurer la circulation du film dans les cuves. Dans ce procédé, un arbre situé à la partie supérieure des machines entraîne des débiteurs, qui font circuler film dans les cuves, tandis que d'autres débiteurs libres et sans axe, dits « diabolos », maintiennent le

1) *Remarque.* — On appelle « diablo » un débiteur sans axe, construit en général en matière plastique, et qui sert à tendre le film et à le maintenir vertical dans les cuves. Le film étant entraîné par les débiteurs du haut de la machine à développer, le diablo tourne sur lui-même (fig. 1),

film vertical dans la cuve. Pour modifier le temps de développement, on relève et on enlève un ou plusieurs diabolos. Ce procédé est tout de même assez long comme montage pour la mise en route, et, en cas de déraillement, entraîne une assez grande perte de film.

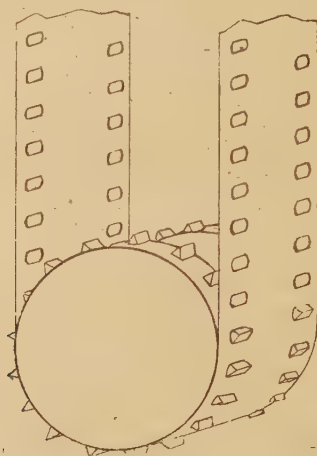


FIG. 1

Je crois que le système à « balance » que j'ai utilisé est plus précis, plus rapide comme montage, et occasionne moins de dérailleurs.

Voici la description d'une développeuse négative à « balance » :

Plusieurs cuves (en matière plastique) pour le développement et le fixage, sont utilisées ; de trop grandes cuves (par exemple de 3 mètres de long) auraient leurs côtés qui se déformeraient à l'usage. La machine que nous décrivons a trois cuves de développement et 3 cuves de fixage (de 80 cm. de large et 2 m. 50 de haut).

Le film sera entraîné d'un bout à l'autre de la machine par des débiteurs d, dont les pignons s'engrènent sur un axe longitudinal, entraîné par un moteur électrique. Ces débiteurs sont à 2 cm. au-dessous du niveau du bain, pour éviter l'entraînement de bulles d'air, comme c'est le cas dans les machines où ces débiteurs sont au-dessus du niveau du bain.

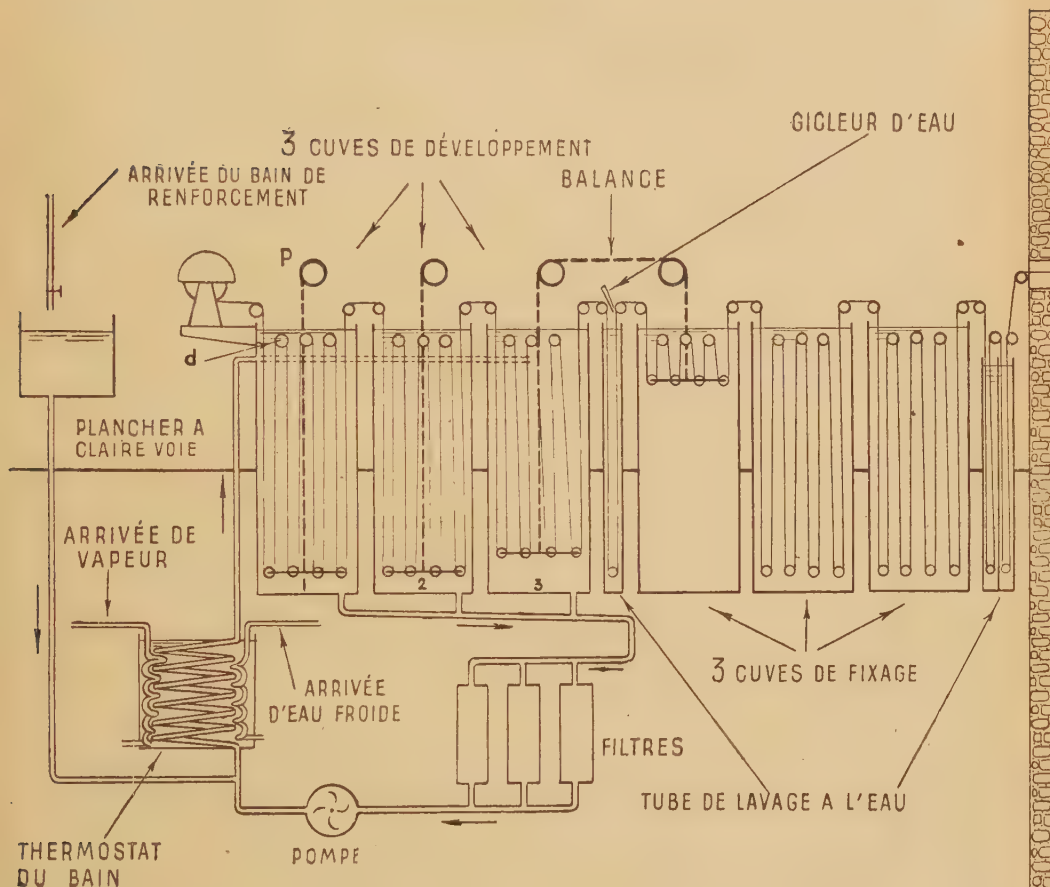
Au fond de la cuve, le film circule autour d'« éléments » (ce sont des débiteurs à roue libre) dont les axes sont fixés à une plaque qui coulisse verticalement dans la cuve, et qu'on peut remonter par une chaîne en acier inoxydable X avec contrepoids, au moyen d'une poulie et d'une manivelle, située au-dessus de la machine (P sur la figure représentant la coupe de la machine).

Les cuves 1 et 2 sont montées d'une façon semblable.

Le système de la « balance » consiste en ceci : la troisième cuve de développement est suivie d'un *tube de lavage* à eau (à diablo), puis de

VUE EN COUPE VERTICALE DE

Eclairage en vert faible } pour le Développement des Négatifs
ou pas d'éclairage
Eclairage en rouge pour le Développement des Positifs



LA MACHINE A DÉVELOPPER

Eclairage en blanc

VENTILATEUR

BOULEUR D'AIR

BOULEUR D'EAU

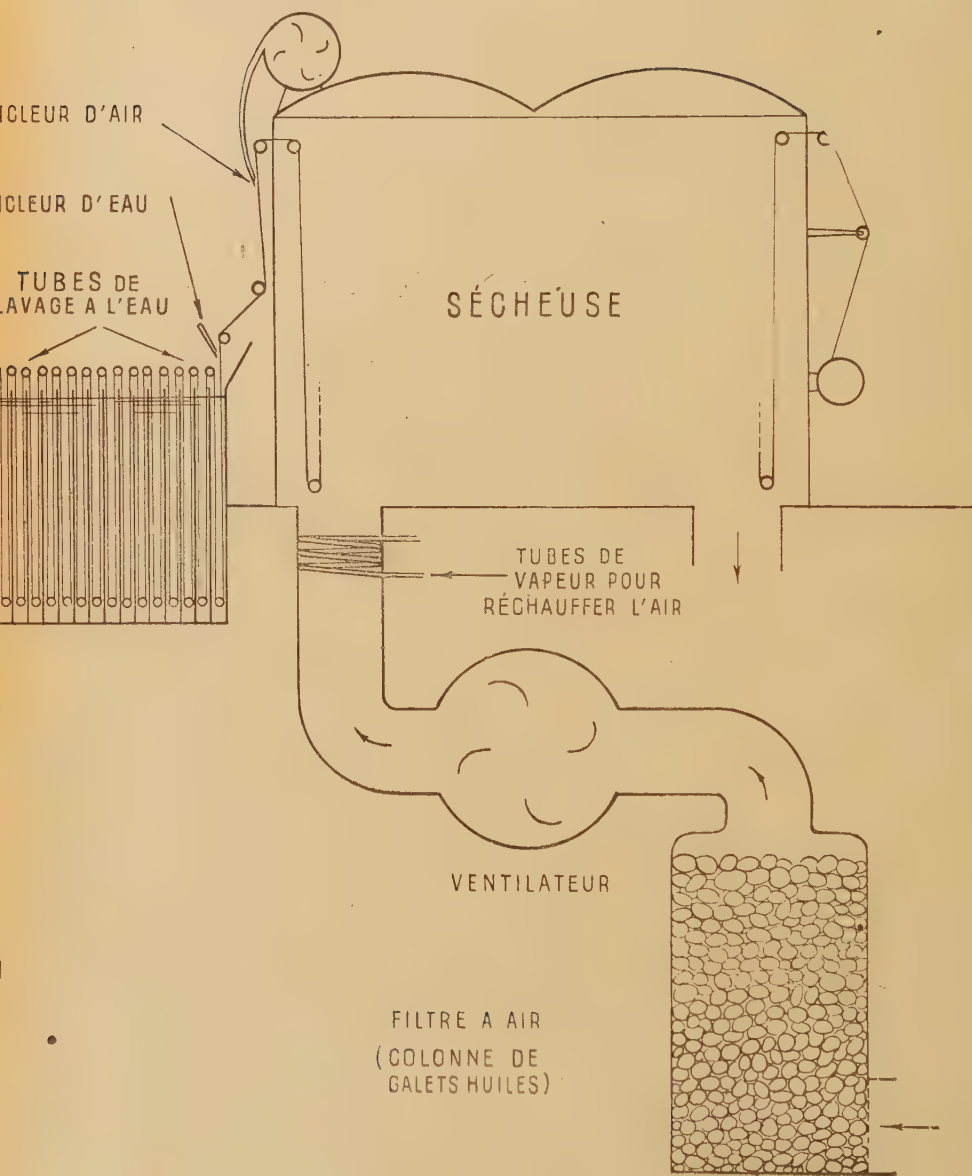
TUBES DE
LAVAGE A L'EAU

SÈCHEUSE

TUBES DE
VAPEUR POUR
RÉCHAUFFER L'AIR

VENTILATEUR

FILTRE A AIR
(COLONNE DE
GALETS HUILES)



la première cuve de fixage à l'hyposulfite. Cette troisième cuve de développement et cette première cuve de fixage sont montées avec un système analogue aux deux premières cuves, les plaques d'éléments étant reliées entre elles, en sorte que si un groupe d'éléments est en bas d'une cuve, l'autre groupe est en haut de l'autre cuve (voir coupe de la machine). En débrayant les systèmes par un débrayage, la pellicule avance toujours dans la cuve 3, les débiteurs des cuves 3 et 1 de fixage ne fonctionnent plus, l'élément 3 descend dans la cuve. Par contre, l'élément de la cuve de fixage 1, qui est entraîné à la sortie, remonte : dans le tube de lavage, rien ne bouge. On modifie le temps de développement comme cela ; dans cette opération, nous venons d'augmenter le temps de développement. Pour le diminuer, nous n'avons qu'à remonter au moyen de la manivelle, l'élément de la cuve 3 de développement, ce qui provoque l'abaissement des éléments de la cuve de fixage.

Le tube de lavage situé entre les cuves de développement et les cuves de fixage, comporte au haut un gicleur d'eau très puissant, dont le rôle est d'éliminer les traces alcalines restant sur la pellicule.

Il y a ensuite deux autres cuves de fixage « à diabolos », puis des tubes de lavage, situés d'abord dans la salle de développement (éclairée très faiblement en vert pour le négatif, et en rouge pour le positif), puis, de l'autre côté, dans la salle des sécheuses, qui est éclairée en blanc. Cette salle comprend 16 tubes de lavage, dans lesquels l'eau arrive par le bas et chasse les restes d'hyposulfite qui se trouvent sur les tubes. Le dernier tube de lavage est vide et sert simplement à l'écoulement de l'eau d'un gicleur placé au-dessus, et dont le but est d'éliminer les saletés se trouvant sur la pellicule.

Avant d'arriver dans les armoires de séchage, le film est soumis à l'action d'un courant d'air filtré, dont le but est de chasser les saletés au dehors (1). Après bien des essais, j'ai conclu que le système donnant le mieux satisfaction à ce sujet, comprenait deux orifices disposés comme l'indique la figure 2, qui agissent chacun sur une moitié du film.

Le film pénètre ensuite dans les armoires de séchage où il est soumis à l'action d'un violent courant d'air filtré et conditionné ; la tuyauterie d'amenée de cet air, qui arrive par le bas, a au moins un mètre de large pour qu'un homme puisse s'y glisser pour la nettoyer et l'huiler (l'huilage de la tuyauterie a pour but d'arrêter les poussières). Avant la soufflerie, il y a un filtre à air composé d'une colonne où sont entassés des galets huilés ; de temps en temps, ces galets seront sortis, nettoyés à la potasse et l'huile renouvelée.

(1) Remarque. — Ces saletés proviennent des poussières qui ont pu se coller sur le film dans les cuves de bains ou d'eau, et de dépôts de particules de gélatine.

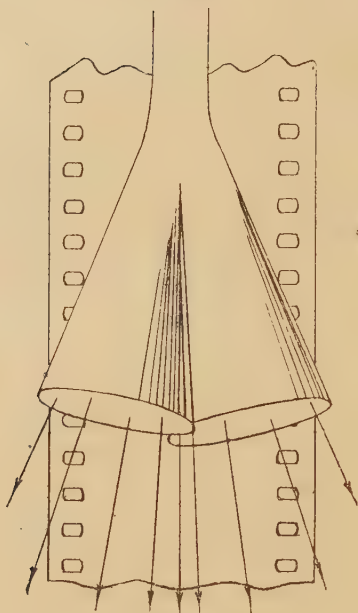


FIG. 2

La soufflerie et l'armoire de séchage peuvent être à circuit ouvert ou à circuit fermé. Dans ce dernier cas, sur le circuit de retour de l'air, ou plutôt une partie, on disposera un tube réfrigérateur destiné à condenser l'humidité dont s'est chargé cet air. Ce système en circuit fermé a l'avantage de faire circuler toujours le même air (ce qui est bien préférable pour la propreté) qui est, par conséquent, toujours filtré, et, une fois en route, d'assurer une permanence des constantes nécessaires : température (26 à 28°), degré hygrométrique. De toutes façons, on chauffe l'air au moyen de tubes de vapeur placés avant l'admission de l'air dans l'armoire de séchage ; les ouvriers « sécheurs » mesurant la température dans l'armoire de séchage par les thermomètres qui s'y trouvent, règlent les vannes de vapeur.

Circulation du bain de développement

Il faut assurer une circulation très intense et constante, une température du bain constante, un filtrage permanent dans la développeuse que j'ai décrite. La circulation est de 35.000 litres à l'heure pour 3.500 litres de bain dans le système ; le gros problème est celui de l'arrivée du bain dans la cuve pour assurer l'homogénéité de la circulation dans la cuve (afin de ne pas avoir de zones).

Après bien des essais, je suis arrivé à admettre le dispositif suivant : le bain sort de la cuve par un tuyau fixé au fond de la cuve ; il va à la

pompe, il passe ensuite dans les filtres, puis dans le thermostat, et pénètre dans la cuve de développement en de *multiplés endroits*, au moyen d'une tuyauterie percée de nombreux orifices comme l'indique la figure 3. Le bain pénétrant ainsi en divers points dans la cuve, la circulation du bain arrive à être intense partout.

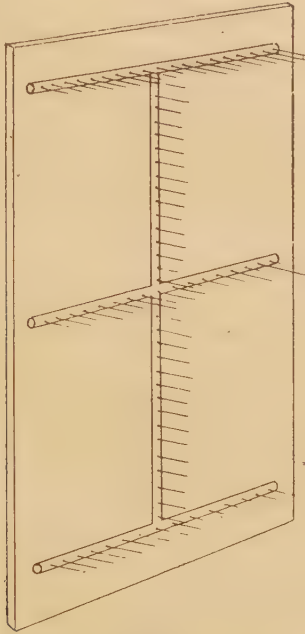


FIG. 3

Vitesse et temps de développement

Les négatifs se développent en général dans un temps allant de 7 minutes à 12 minutes dans le bain Kodak D 76 à la température de 18° 5. La pellicule Lumière a besoin de 15 minutes environ pour se développer dans ce bain.

La machine que j'ai décrite pour les négatifs, a quatre vitesses :

200 mètres à l'heure pour un temps de développement de 20 minutes;

450 mètres à l'heure pour un temps de développement de 13 minutes;

650 mètres à l'heure pour un temps de développement de 7 m. 30 s.;

1000 mètres à l'heure pour un temps de développement de 5 m. 45 s.

Elle prévoit 10 minutes pour le fixage, et 20 minutes pour le lavage.

Le temps de développement pour les positifs est d'environ 3 minutes 30 secondes à 4 minutes 30 secondes dans le bain Kodak D. 16. Une machine à développer les positifs n'a besoin que de deux vitesses, par exemples 1000 mètres-heure et 600 mètres. Certaines machines ont une vitesse de développement de 1.500 mètres à l'heure.

Formules des bains

Pratiquement, presque toutes les usines de tirage utilisent le bain positif et négatif de Kodak, parfois modifié légèrement.

Les révélateur du bain négatif sont le métol et l'hydroquinone, très faiblement alcalinisés par du borax.

En effet, ce qu'il faut surtout considérer, c'est la granulation, et ce révélateur atténue la granulation.

Pour ma part, au Service Négatif, je mettais en service trois bains de développement :

1° Un bain normal pour la pellicule Kodak, le D. 76 servant pour les négatifs normaux et ceux sous-exposés, et un bain dit bain Négatif n° 1, servant à la fois pour l'Agfa et la Kodak.

2° Un bain dilué avec un peu de bromure (dont le but est de retenir les blancs de l'image, et, par là, d'augmenter le contraste), Bain Négatif n° 2.

Ce bain servait pour les pellicules très sensibles et pour les négatifs sur-exposés. Il était également utilisé pour les sons à densité variable (type Western), qu'on développe au gamma de 0,35; le temps de développement était alors de 3 minutes 30 secondes.

3° Un bain pour développer les titres très contrastés (bain n° 3 pour développer les sons à densité fixe et les titres au gamma de 2,5.

Il nous arrivait le plus souvent d'avoir à développer de la pellicule Agfa ou Kodak en même temps, j'ai alors utilisé les formules des bains n° 1 et n° 2.

Pour développer les négatifs images, j'ai constaté que pour un négatif normalement posé, le gamma le meilleur était de 0,65.

Il y a lieu de chercher à obtenir des négatifs en général assez doux.

Avec un négatif sous-exposé, nous sommes dans la partie basse de la courbe caractéristique. Nous serons obligés de développer assez longtemps pour obtenir le minimum de contraste nécessaire. Toutefois, la photo est parfois un peu creuse ; quelquefois pour sauver le négatif, on peut le renforcer au bichlorure de mercure pour augmenter les contrastes. C'est une méthode qui modifie irrégulièrement la pente de la courbe caractéristique, et qui évidemment ne doit être utilisée qu'en dernière extrémité.

Pour le bain positif, j'ai utilisé pour la pellicule Kodak le bain Kodak D. 16, et lorsqu'il y a plusieurs pellicules à développer en même temps (Kodak, Agfa, Bauchet), j'ai utilisé le bain positif dont la formule est ci-jointe (bain positif n° 4).

Le bain positif contient du bromure, qui a l'avantage de retenir les blancs et qui sert de modérateur pour éviter le voile.

Formules de révélateurs

Bain Négatif Kodak-76

Eau	1000 cc.
Métol	2 gr.
Hydroquinone	5 gr.
Sulfite de sodium anhydre.....	100 gr.
Borax en grains.....	2 gr.

Bain positif Kodak D-16

Eau	1000 cc.
Métol	0 gr. 3
Sulfite de sodium anhydre.....	40 gr.
Hydroquinone	6 gr.
Carbonate de sodium anhydre	19 gr.
Bromure de potassium.....	0 gr. 9
Acide citrique	0 gr. 7
Métabisulfite de potassium.....	1 gr. 5

Bain négatif n° 1

Eau	1000 cc.
Métol	2 gr.
Hydroquinone	5 gr.
Sulfite de soude anhydre.....	100 gr.
Borax	4 gr.
Acide borique	4 gr.

J'ai utilisé ce bain pour les négatifs normalement posés, pour les pellicules Agfa ou Kodak.

Bain négatif n° 2 (bain dilué)

Eau	1000 cc.
Métol	6 gr.
Hydroquinone	1 gr. 66
Sulfite de sodium anhydre.....	33 gr. 33
Borax	1 gr. 33
Acide borique	1 gr. 33
Bromure de potassium.....	0 gr. 03

J'ai utilisé ce bain pour le développement des sons à densité variable (sons Western).

Bain pour titres (n° 3)

Eau	1000 cc.
Métol	0 gr. 7
Hydroquinone	7 gr.

Sulfite de sodium anhydre.....	50 gr.
Carbonate de sodium anhydre.....	40 gr.
Bromure de potassium.....	3 gr.

J'ai utilisé ce bain pour développer des titres où il est nécessaire d'obtenir des noirs très durs, et pour les sons à densité fixe.

Bain positif n° 4

Eau	1000 cc.
Métol	1 gr. 5
Hydroquinone	5 gr.
Sulfite de sodium anhydre.....	35 gr.
Carbonate de sodium anhydre.....	20 gr.
Bromure de potassium	2 gr.

J'ai surtout utilisé ce bain pour développer en même temps des pellicules Kodak, Agfa, Bauchet ; j'y ai également développé de la pellicule Gevaert et Ilford.

Bain de fixage

Eau	1000 cc.
Hyposulfite	333 gr.
Bisulfite	50 gr.
Alun de chrome.....	5 gr. 55

Bains de renforcement ou d'entretien

Le bain de développement s'use de deux façons :

1° *Par oxydation par l'air.* — Il n'y a pas moyen de l'empêcher pratiquement, car il faut que les cuves de développement soient à l'air libre pour que l'ouvrier voie ce qui se passe, et puisse agir rapidement en cas de panne.

Nous pourrions concevoir une développeuse dans laquelle le bain serait en cuves pleines et étanches, sans rencontrer d'air, quoique cela serait très difficile à réaliser à cause des perforations du film — de l'air se mettant forcément entre les perforations, au moment où la pellicule rentre dans le bain. Il est possible d'envisager une développeuse dans laquelle les cuves de développement seraient fermées et l'espace situé entre la couverture et la surface du bain seraient rempli d'un gaz inerte, par exemple de l'azote.

Mais l'ouvrier ne pourrait pas y accéder, et les inconvénients qui en résulteraient seraient très graves.

Le bain étant forcément oxydé par l'air rentrant dans le bain par les perforations, et par celui en contact avec sa surface, il y a lieu de faire très attention à ce que les pompes de circulation (circulation du

bain) soient bien étanches, pour qu'elles n'entraînent pas d'air, ce qui a le double inconvénient de créer des oxydations et des bulles — inconvénients dont nous reparlerons.

Remarque sur l'oxydation par l'air. — J'ai fait l'expérience suivante, pour voir la variation du gamma du bain, due uniquement à l'oxydation par l'air, et pour voir l'action de la coloration jaune due à cette oxydation par l'air sur la couleur de l'image.

J'ai procédé au développement d'échantillons de 1 m. (sensitogramme et image fixe), après des temps différents : 9 h., 18 h., 27 h. et 36 h.

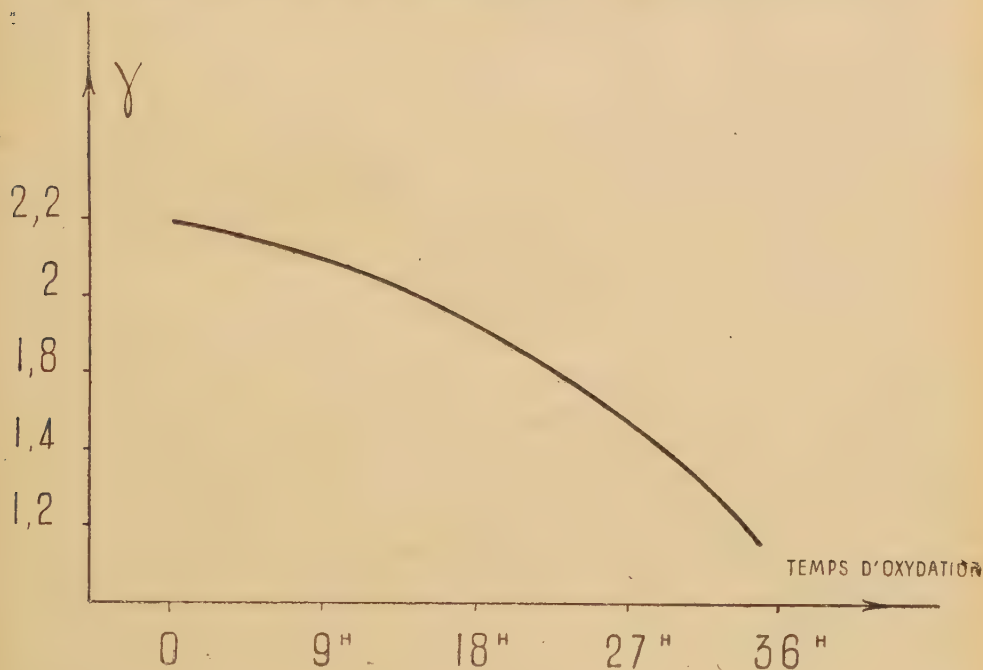


FIG. 4

d'oxydation du révélateur par un barbotage d'air de 40 litres à l'heure dans 7 lit. 5 de bain positif neuf ; ces développements d'échantillons se faisaient dans des conditions identiques.

J'ai trouvé la courbe donnant le gamma en fonction du temps de l'oxydation du bain (fig. 4). Elle nous montre l'important abaissement du gamma en fonction du temps d'oxydation. Le bain positif neuf qui donnait un gamma de 2,2 n'avait plus qu'un gamma de 1,4 après 36 heures de barbotage d'air.

Cela nous incite à éviter le plus possible l'oxydation du bain par l'air dans les opérations de développement,

D'autre part, le bain qui était clair au début de l'expérience, était de plus en plus jauni par l'oxydation. Mais les échantillons développés avaient peu de différence de teinte. Donc les produits d'oxydation qui se trouvent dans le bain ne provoquent guère de coloration jaune de la gélatine.

2° *Par l'usure lorsqu'il est utilisé.* — Le film qui se développe dans le bain épuise progressivement les développeurs et l'alcali, et abaisse ainsi son énergie ; les produits d'oxydation des développeurs s'accumulent ainsi que les bromures et iodures solubles, et certains autres produits de la réaction et produits solubles contenus dans l'émulsion.

Cette usure se fait aussi à cause des cultures bactériennes qui se forment dans le bain. En effet, dans un révélateur se forme une culture bactérienne avec des anaérobies, étant donné que le bain est réducteur ; le colibacille s'y développe le plus. Ce sont des microbes qui réduisent le sulfite à l'état de sulfure, entraînant ainsi le voile par sulfuration.

Cette usure du bain affecte non seulement la vitesse de développement, mais encore la densité. Nous n'obtenons pas la même qualité d'image dans un révélateur partiellement épuisé en prolongeant le développement à celle d'une image exposée dans les mêmes conditions et développée pendant un temps normal dans un révélateur neuf. Pour obtenir des images de même qualité, il faut que les propriétés du révélateur soient maintenues constantes.

Nous maintiendrons les propriétés du révélateur constantes, en le renforçant continuellement avec un bain dit « bain de renforcement », que certains appellent parfois « bain d'entretien ». Ce bain de renforcement compensera d'une part les pertes de bain, qui proviennent de l'entraînement à la sortie de la cuve de développement et, d'autre part, la quantité du bain que l'on rejettera à l'égout.

Dans la développeuse que j'ai décrite, le renforcement se fait de la façon suivante : le niveau est maintenu constant par un flotteur qui commande un robinet d'ouverture de la tuyauterie amenant le bain de renforcement d'une cuve située au-dessus. Ce système maintient le niveau constant dans les cuves, ce qui est indispensable. Cette quantité de renforcement représente le minimum nécessaire pour compenser la perte du bain par entraînement de la pellicule ; on y ajoute un renforcement complémentaire au moyen d'une vanne dont l'orifice va dans la cuve de développement. Le développeur règle cette vanne de telle sorte que le débit soit proportionnel à la longueur des films traités.

Conditions de stabilité du bain

1° CONSTANCE DES PROPRIÉTÉS DU RÉVÉLATEUR

Nous utilisons longtemps le même bain (parfois 2 à 3 mois), renforcé constamment, proportionnellement au métrage développé. Le bain qu'on obtient ainsi n'a ni les propriétés du bain neuf, ni les propriétés du bain de renforcement, mais nous arriverons ainsi à maintenir à peu près constante la durée du développement.

Il faut chercher, dans une usine de tirage, à développer d'une façon continue, et, à ce sujet, une bonne organisation du travail dans l'usine est nécessaire. On ne fait pas assez attention à cela dans les usines de tirage, et c'est l'une des causes des variations.

Le contrôle des bains par une méthode sensitométrique nous indique le renforcement à faire.

Il y a un renforcement minimum à faire pour compenser la perte de bain, entraîné par la pellicule.

Pour nettoyer les cuves et la tuyauterie, nous ferons couler le bain dans de grandes cuves situées à cet effet au sous-sol, et, après nettoyage (soit à l'acide dilué et à l'eau), nous remonterons le bain dans les cuves de développement.

Quand on utilise du bain neuf (cela arrive quelquefois dans le cours de l'année), il faut le faire circuler assez longtemps pour l'oxyder avant d'y développer la pellicule, et le maintien de la constance du bain le premier jour doit être surveillé de très près.

En pratique, pour le positif, où le travail est assez constant, j'ai constaté qu'avec un renforcement de 1 litre pour 40 mètres de pellicule développée, j'obtenais un bain constant.

En fin de journée, avec le système de machines que j'utilisais, comprenant des filtres, il était nécessaire de rajouter encore 150 litres de bain au moins — parfois 300 — pour compenser la vidanges des filtres.

Remarque. — J'ai été obligé quelquefois de faire donner à un bain un contraste moins violent, car, par exemple, son entretien avait été mal conduit. J'ai fait vidanger 300 litres et fait compléter avec du bain dilué à 50 %. On s'aperçoit vite que cela a de l'influence. C'est une méthode à employer le moins possible, car cela change la formule du bain.

Remarque sur le bain neuf et le bain vieux. — Le bain de développement ayant beaucoup servi, ou bain vieux, donne un contraste moindre et une sensibilité beaucoup plus faible que le bain neuf.

J'ai fait l'expérience suivante : j'ai passé un sensitogramme dans le bain neuf négatif D-16. J'ai obtenu la courbe caractéristique 1 avec : $\Gamma = 0,70$. Puis j'ai passé après plus de deux mois d'utilisation,

dans le même bain, un sensitogramme identique au précédent ; j'ai obtenu la courbe caractéristique II avec : $\Gamma = 0,60$ (FIG. 5).

Nous avons donc une différence de gamma importante, et une régression énorme de la sensibilité.

Prenons donc une densité déterminée, 0,82 par exemple ; la distance AB qui sépare les deux courbes a pour antilog. : 6,93, c'est-à-dire à peu près 7. Pour cette densité, la sensibilité est 7 fois plus faible dans le bain vieux que dans le bain neuf.

D'autre part, nous remarquons qu'il y a une différence de couleur entre les deux épreuves : le sensitogramme du bain vieux est plus jaune

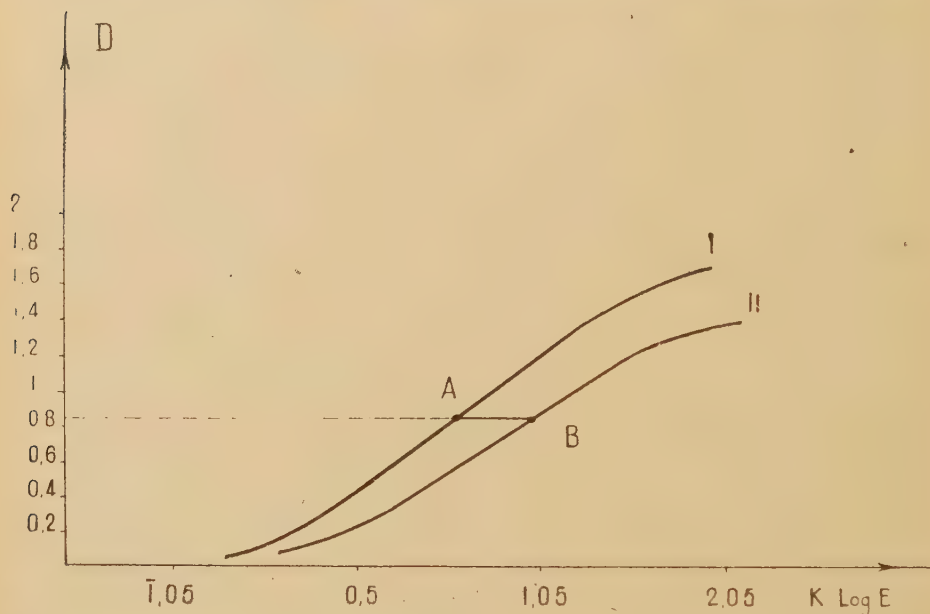


FIG. 5

que celui du bain neuf. C'est un inconvénient qui a son importance pour le réglage du tirage, car l'effet photographique ne sera pas le même.

Il y a donc intérêt à avoir un bain vieux qui ne soit pas trop usé et pas trop éloigné des qualités du bain neuf.

L'idéal serait de travailler avec du bain neuf constamment, mais cela n'est pas possible car on ne peut changer un bain dans le courant d'une journée de travail sans arrêter les machines, et, de plus, cela serait très cher. Il faut donc régler la constance du bain pour un état du révélateur qui ne soit pas trop usé.

Remarque sur le jaunissement du bain et la couleur des images. — Lorsqu'une photo est développée dans un révélateur, elle est constituée

de deux parties : de l'argent réduit, qui constitue la principale image, et une image secondaire constituée par des produits d'oxydation, qui sont colorés.

Or, la proportion de la seconde image est beaucoup plus forte dans le bain vieux que dans le bain neuf. On le voit très bien en détruisant l'image argentique par un bain au ferricyanure ou au permanganate ; il reste alors une image faible, mais fortement colorée dans le bain vieux, composée des produits d'oxydation du révélateur.

Or, l'influence de la couleur du négatif n'est pas négligeable. A l'œil, l'épreuve développée dans le bain vieux peut paraître parfois aussi grise qu'une autre, développée dans le bain neuf ; mais elle sera plus opaque photographiquement, puisqu'elle coupera davantage le bleu et le violet, qui sont surtout les radiations auxquelles sont sensibles les émulsions positives .

2° VOLUME DE BAIN APPROPRIÉ EN CIRCULATION

Il est évident que si pour une même quantité de films développés, on utilise un volume de bain en circulation important, l'usure du bain sera moins rapide que pour un faible volume. C'est facile à mettre en pratique ; il n'y a qu'à avoir une citerne étanche (un tank, suivant l'expression américaine), dans laquelle le bain passe à la sortie des cuves de développement. Notons en passant qu'il faut qu'il y ait une agitation importante du liquide dans cette citerne, pour que tout le volume du bain soit en circulation et pour que l'usure du bain soit homogène. Au cas où il n'y aurait pas assez de circulation, nous envisageons un agitateur à moteur électrique dans cette citerne.

Mais on ne peut augmenter indéfiniment ce volume. Par exemple, pour 10 machines à développer positives, dont les cuves de développement sont doubles et ont un volume de 180 litres chacune, le volume total en circulation avec les canalisations, les pompes, est de 4.500 litres ; l'adjonction de citernes de 4.000 litres doublant à peu près le volume en circulation, nous donne une plus grande constance.

3° CONSTANCE DE LA TEMPÉRATURE

Nous établissons la courbe de variation du gamma en fonction de la température, au moyen de sensitogrammes. Cette courbe nous indique que vers 18°, une variation d'un degré équivaut à modifier le temps de développement de 30 secondes au moins dans le bain positif, et de 1 minute dans le bain négatif. Cela nous montre qu'il est souhaitable que les variations ne dépassent pas 2/10 de degré ; c'est possible dans une installation soignée. Pour cela, il faut avoir un thermostat automatique. Sur la circulation du retour du bain, la tuyauterie passe en serpents dans une cuve où se fait la régularisation de la chaleur grâce

à des canalisations d'eau chaude et d'eau froide, commandées automatiquement par le thermostat. La sonde du thermostat doit être précise ; il en existe à l'heure actuelle. Il y a lieu de remarquer que, dans bien des usines de tirage, cette installation laisse à désirer. En pratique, nous développons actuellement les positifs et les négatifs à 18°5.

A ce sujet, il est utile de préciser que les salles de développement et celles où passent les canalisations soient à des températures à peu près invariables ; c'est facile à obtenir avec des murs épais puisque la salle de développement est une salle fermée.

Remarque sur les causes de dérèglage du thermostat. — La température est réglée par un thermostat électro-magnétique qui, à sa mise en service, promettait de régler la température du bain au dixième de degré près.

Le lecteur de température (qui commande le régulateur), est le galvanomètre d'un pont de Wheastone, dont une branche est un métal dont les variations de conductibilité en fonction de la variation de température, sont élevées. Donc, à toute variation de température de cette branche du pont (sonde du thermostat), correspond un déplacement de l'aiguille du galvanomètre.

J'avais remarqué que l'appareil se déréglaît assez rapidement. Or, lors d'un dérèglage de l'appareil, l'asséchage des sondes a amélioré son fonctionnement durant plusieurs semaines. Cela m'a conduit à émettre l'hypothèse suivante :

Le régulateur de température est situé dans une atmosphère très humide, car le degré hygrométrique des salles de développement est supérieur à 50 % ; il s'ensuit une imprégnation de vapeur d'eau de la ligne électrique reliant la sonde au galvanomètre, d'où variation dans l'isolement de cette ligne, et humidification de la sonde par capillarité, qui fausse la fidélité de l'appareil.

En isolant de l'atmosphère ambiante les canalisations électriques reliant les sondes de l'appareil par une gaine étanche à l'humidité (cette gaine s'ouvrant à l'intérieur du coffre du système thermostat), et en maintenant sèche l'atmosphère de ce coffre en y plaçant un récipient ouvert, contenant du chlorure de calcium anhydre (qu'on renouvelle chaque fois qu'il est nécessaire), j'ai constaté que la fidélité de l'appareil était maintenue.

4° CONSTANCE DE LA CIRCULATION

Nous connaissons l'influence de l'agitation sur la durée du développement. Plus l'agitation est importante, plus le développement est rapide. En effet, elle éloigne du film les produits usés du révélateur demeurés à proximité des points où ils se sont formés. Le problème d'une circulation constante semble complètement résolu avec la pompe mûe par

un moteur électrique à vitesse constante. En réalité, il existe des causes qui modifient légèrement, il est vrai, la circulation : accumulation de saletés dans les filtres, dépôt de gélatine dans les coudes des canalisations. Enfin, la modification de la vitesse du film sur la machine change l'agitation du bain ; une plus grande agitation résultant de l'accroissement de la vitesse tend à compenser la diminution de la durée du développement.

De toutes façons, il faut que le moteur électrique d'entraînement des débiteurs de la développeuse tourne à une vitesse constante pour qu'à une vitesse donnée, la circulation soit constante, et du reste le temps de développement également. En pratique, cela est facile à obtenir.

Propreté du bain

Nous supposons que le bain neuf soit propre, ce qui est facile à réaliser dans une usine soigneuse ; les produits chimiques doivent être contrôlés à la livraison, et nous devons employer de l'eau filtrée et peu calcaire.

Le bain se salit non seulement par toutes les poussières et saletés qui tombent dans les cuves, mais surtout par les parties de gélatine qui sont amenées par le film et qui se détachent de lui notamment aux points de frictions (aux alentours des perforations) et par le bromure et d'autres produits de développement.

Il est donc important de ne pas avoir de courbes brusques dans les canalisations de la circulation, ainsi que des contre-pentes, car il s'y forme des dépôts.

Le problème du filtrage demande des soins ; il faut changer les filtres une fois par jour et les laver à l'eau bouillante.

La propreté du bain est liée directement à la propreté des cuves et des tuyauteries de la circulation du système ; il faut donc laver assez fréquemment tout le système ; pour cela, je procède de la façon suivante : nous faisons couler le bain dans des cuves situées à la cave, puis nous faisons circuler dans le système pendant deux ou trois heures, de l'eau acidulée à l'acide chlorydrique à 1 % ; après vidange, nous y faisons circuler un bain basique pour éliminer toute trace d'acide, par exemple de l'eau à 1 % de carbonate de potasse ; puis après vidange, nous faisons circuler de l'eau pendant deux ou trois heures. J'ai toujours obtenu de bons résultats par un tel procédé de lavage. Il n'y a plus ensuite qu'à « remonter » le bain dans les cuves.

Bain de fixage

Le fixateur employé est l'hyposulfite de soude auquel on ajoute du bisulfite et de l'alun de chrome ; ce dernier sert de tannant.

Nous savons d'après les travaux de Welborn Piper que le fixage est d'autant plus rapide que la température est plus élevée, quelle que soit la concentration du fixateur et que, d'autre part, la vitesse la plus grande est obtenue dans un bain à 40 %.

Pratiquement, on utilise dans les usines de tirage des concentrations de 33 %. Comme eau, pour faire ces bains, nous nous servons de l'eau du premier tube de lavage après fixage ; en effet, cette eau contient un peu d'hyposulfite usagé, donc d'argent, dont nous évitons ainsi la perte.

Fixage en deux bains successifs. — Il y a deux cuves de fixage (la machine à développer que j'ai décrite (voir fig.) comporte 3 cuves de fixage, mais les deux premières sont reliées entre elles et ne forment qu'une cuve) ; nous mettons un bain neuf dans la seconde cuve de fixage qui reçoit du film en grande partie fixé déjà et qui, par conséquent, s'use peu. Lorsque le bain de la première cuve de fixage sera usé et par conséquent envoyé dans les cuves pour la récupération de l'argent, nous ferons passer le bain de fixage de la cuve 2 dans la cuve 1 :

J'ai toujours utilisé tout le bain neuf de fixage pour les négatifs, et je me suis servi du bain de fixage légèrement usagé déjà au service négatif, pour l'utiliser au service positif.

La préparation du bain de fixage neuf ne présente pas de difficulté, et nous la faisons méthodiquement comme le bain de développement.

Nous savons que le fixage est d'autant plus rapide que la température est plus élevée. Pratiquement, les usines de tirage ne comportent pas d'installation de thermostat, ni de circulation pour le fixage ; le bain de fixage est à la température de la salle, c'est-à-dire 18° environ.

Ce manque de circulation est regrettable, car ce bain se salit (dépôt de gélatine...), et cela nuit à la qualité finale. Je pense qu'il serait bien préférable d'établir pour ce bain de fixage une circulation moins violente que pour le bain de développement, et avec filtrage.

Récupération de l'argent dans les bains de fixage usagés. — Dans une usine de tirage bien organisée, la récupération de l'argent dans les bains de fixage usés arrive à payer à peu près les produits chimiques servant à la fabrication des divers bains.

A l'heure actuelle, toutes les usines de tirage françaises utilisent la précipitation de l'argent dans les vieux bains, par un procédé chimique (en général mono-sulfure et pyridine).

Ce procédé est long et pénible ; il est de beaucoup préférable de régénérer électrolytiquement l'hyposulfite.

Le Laboratoire Kodak de Rochester a indiqué un procédé qui est appliqué actuellement en Amérique pour la récupération électrolytique de l'argent.

La cuve d'électrolyse, en bois de cyprès imprégné de paraffine, est munie de rainures pour électrodes, savoir 13 cathodes en acier inoxydable Allegheny (alliage de chrome-nickel-acier), alternant avec 14 anodes en charbon graphitique. Un agitateur à pale, dont l'arbre est horizontal, agite le bain de fixage qui pénètre dans cette cuve, après avoir été filtré, par des tubulures d'ébonite verticales.

Quand un courant traverse la solution d'hyposulfite contenant les sels d'argent, l'argent se dépose sur la cathode. Sans entrer dans le détail des réactions chimiques mises en jeu, il y a lieu de remarquer que l'argent libéré par une réaction secondaire à partir de particules complexes, tends à s'éloigner de l'électrode sur laquelle l'argent doit se déposer. Pour éviter cette migration, il faut un bain suffisamment riche en argent et agité vigoureusement pour renouveler le liquide autour des électrodes.

La vitesse maxima à laquelle on peut déposer l'argent, est proportionnelle à la concentration de l'argent au voisinage immédiat des cathodes ; cette concentration dépend de la concentration moyenne de la solution et de la vitesse de l'agitation. La concentration du bain diminue progressivement au cours du trajet dans la cuve, et la densité maxima du courant s'abaisse dans la même proportion, il est donc nécessaire de la régler séparément pour chacune des cathodes (de 30 ampères aux premières cathodes à 5 ampères aux dernières) ; ce réglage s'obtient en variant la longueur du fil résistant en série dans le circuit alimentant chaque cathode.

Dans la cuve décrite ci-dessus, l'agitateur tournant à 80 révolutions par minute, avec une intensité totale de courant comprise entre 200 et 250 ampères, on réduit à 0,1 % la teneur en argent.

Ce procédé est d'un rendement supérieur, car pratiquement on arrive à récupérer tout l'argent ; une fois amorti, il est plus économique, car si l'installation coûte un certain prix, il y a peu d'hyposulfite à acheter, puisqu'on en remet la plus grande partie en circulation. Enfin, il n'y a plus à envisager de frais de fondeur pour l'argent.

*
**.

Lavage

Une usine de tirage use beaucoup d'eau dans les divers lavages.

Par exemple, une usine de tirage qui tire un million de mètres par mois, utilisera 30 m3 d'eau par heure environ. Certaines usines se servent de puits profonds, où souvent l'eau est d'une température constante,

quelle que soit la saison (de l'ordre de 10 à 15°). Cela a un très grand avantage : celui de ne pas avoir besoin de centrale de réfrigération pour la circulation de refroidissement passant dans le thermostat ; d'autres usines utilisent l'eau de la ville, qui est à une température variable. La chose importante pour nous est **qu'elle ne soit pas trop calcaire**.

Le temps de lavage est d'environ 35 secondes entre le développement et le fixage, et de 20 minutes environ après le fixage. Pratiquement les usines de tirage françaises ne s'inquiètent pas de la température de cette eau de lavage. Il serait souhaitable qu'elle soit à une température avoisinant celle du bain de développement.

En ayant ainsi un temps de lavage très long, nous sommes sûrs que tout l'hyposulfite est bien éliminé et il n'y a surtout pas lieu d'utiliser un produit chimique comme éliminateur d'hyposulfite, car le meilleur est l'eau pure.

Nous avons décrit dans la développeuse le gicleur qui se trouve au dernier tube de lavage, et qui sert à éliminer les saletés. Nous avons constaté son importance. Nous avons décrit également la soufflerie qui est avant les sècheuses, et qui sert à éliminer les dernières saletés collées sur la gélatine.

Le système consistant à mettre du coton en contact avec la pellicule pour essuyer et ainsi enlever les saletés avant les sècheuses, est extrêmement délicat ; en effet, cela engendre très facilement des rayures, parce qu'il se forme une sorte de gâteau de saletés et de gélatine qui raye. Je ne saurais préconiser ce système.

*
**

Séchage

J'ai décrit la sècheuse à circuit ouvert dont je me suis servi. Il y a lieu de remarquer qu'il ne faut pas sécher complètement la gélatine, qui deviendrait très cassante ; cette dernière est considérée comme sèche quand elle ne renferme plus que 10 à 15° d'humidité.

Le séchage doit se faire dans des conditions constantes : température (en pratique 26 à 28°) état hydrométrique (60 à 70°), vitesse de l'air constante, ce que l'on arrive facilement à obtenir avec une sècheuse bien construite.

Le système mécanique de la sècheuse doit être construit de manière à ne pas exercer une traction trop forte sur le film. C'est dans la sècheuse que le film subit un retrait ; c'est un inconvénient très grave, puisque cela modifie le pas du film. J'ai constaté à ce sujet combien la pellicule inflammable (même celle à base de triacétate), subissait plus de retrait que la pellicule inflammable.

Dans la sècheuse que j'ai décrite, j'ai indiqué le système employé pour enlever les poussières. Les filtres à air sont des colonnes de galets

huilés et le tuyau conduisant de la soufflerie à la sécheuse est également huilé. La température dans la sécheuse est contrôlée par un thermomètre placé dedans ; l'état hydrométrique par un hygromètre, la constance de la vitesse du courant d'air est assurée par la constance de vitesse du moteur électrique de la soufflerie.

Remarque. — Le système d'une soufflerie à circuit ouvert est certainement inférieur au système à circuit fermé, surtout quant à la pureté de l'air quant aux poussières. En effet, il est extrêmement difficile d'enlever complètement les poussières de l'air, et, dans un système à circuit fermé, on constate qu'au bout d'une journée de travail, les glaces des armoires des sécheuses sont encore très propres, alors qu'il n'en est pas toujours de même dans les système à circuit ouvert.

Dans une sécheuse à circuit fermé, l'humidité relative à l'entrée peut être de 35 %, et on constate qu'à la sortie, elle est de l'ordre de 50 %. Dans une telle sécheuse, il est facile d'établir un circuit d'air de l'ordre de 10 à 12 mètres à la seconde.

Avaries pendant le développement

Zones. — Le phénomène des zones peut se produire de deux façons :

— Lorsque la circulation du bain de développement est mauvaise, il se produit des zones qu'on peut appeler zones de débromuration ; dans une région du film, le bain circule fort et le développement se fait bien ; dans une autre, il circule mal, et le développement est faible.

Pour y remédier, il faut augmenter l'agitation du bain en améliorant la circulation.

— Mais même si le bain est agité et circule bien, il se produit parfois des zones, dans certaines installations, pour la raison suivante :

Si le film entre dans le bain de fixage avec une alcalinité même faible, il continue à se développer par zones, car la présence de l'hypo-sulfite active le développement et donne une densité forte.

Il faut donc neutraliser cette alcalinité faible que garde le film, avant son entrée dans le bain de fixage. Evidemment, on pourrait la neutraliser à l'acide, en intercalant entre la dernière cuve de développement et la première cuve de fixage, un lavage à l'acide. Mais cela est trop cher. On s'en débarrasse donc par un moyen, en somme, mécanique, en lavant le film entre le développement et le fixage, mais il faut que ce lavage se fasse par un jet d'eau très violent sur le film, et l'on n'attache pas, en général, assez d'importance à ce lavage. Il y a lieu de mettre un gicleur, donnant un jet d'eau très puissant, sur tout le film, au haut du tube de lavage.

Pour contrôler si la machine à développer donne des zones, j'ai utilisé le système suivant : j'ai pris un morceau de film vierge et je l'ai voilé assez légèrement, de façon uniforme (en le passant dans un tireuse à lumière constance et homogène), et je l'ai développé normalement dans la machine à développer. On voit tout de suite s'il y a des zones, même à l'œil nu. Cela paraît d'ailleurs mieux en projection, et une mesure au densitomètre augmente encore la précision.

Bulles d'air. — Lorsque des bulles d'air se collent sur la pellicule, il n'y a pas de développement à cet endroit ; il se forme des taches de formes diverses, suivies de traînées qui constituent un défaut irréparable lorsqu'elles sont assez nombreuses. On voit la gravité de la chose, surtout pour un négatif.

Lorsque ce défaut se manifeste dans le développement, la cause en est, en général, une fuite dans la pompe de circulation qui introduit l'air dans le liquide.

Quand il y a beaucoup de bulles, le bain « mousse », le développeur s'en aperçoit en voyant cette mousse blanche à la surface du bain. Il faut aussitôt arrêter la machine, réparer la pompe, déborder le bain par dessus les cuves de développement pour enlever la mousse. La machine peut ensuite être remise en route.

Il arrive parfois que certaines pellicules aient des gélatines un peu imperméables au bain. Il faut alors mouiller la pellicule avant son introduction dans le bain de développement, avec de l'eau ou de l'eau et du carbonate de sodium.

**

Saletés collées sur la gélatine du film. — Il arrive parfois que le film, après être sorti de la développeuse et de la sècheuse, présente des saletés collées sur la gélatine. Les causes en sont : soit un bain mal filtré, soit un bain de fixage sale, soit un lavage insuffisant ou mal compris, soit une soufflerie pas assez forte ou mal dirigée, soit l'air de la soufflerie contenant trop de poussières.

Il y a lieu d'examiner toutes ces causes et d'y remédier.

Parfois aussi, la pellicule arrive du tirage avec trop de poussières. On ne saurait trop insister sur la propreté dans les salles de pellicule vierge et dans les salles de tirage. Et, à ce sujet, la meilleure solution est de conditionner l'air des salles à la température de 20° et à l'humidité relative de plus de 50 %. Il faut mettre la salle en pression, pour que les poussières n'y pénètrent pas.

Contrôle du bain de développement

Pour pouvoir faire un développement correct, il est absolument indispensable de connaître l'état du bain, c'est-à-dire ses qualités photographiques.

La méthode de contrôle actuellement employée consiste à faire passer dans la machine à développer des sensitogrammes absolument identiques, à intervalles réguliers, d'une façon strictement constante (c'est-à-dire même temps de développement et même machine à développer pour que la circulation soit analogue) ; puis ces sensitogrammes une fois sortis de la sècheuse, sont lus au densitomètre.

Le bain de développement doit avoir des qualités développantes constantes, tant au point de vue de la densité que du contraste ; nous avons choisi un sensitogramme dit « sensitogramme-étalon » qui nous donne le gamma que nous avons choisi, par exemple 2,10 pour le bain positif. De plus, il y a une densité bien définie et il n'y a qu'à prendre les plages du sensitogramme correspondant à la partie rectiligne de la courbe caractéristique.

Faisons passer un sensitogramme toutes les deux heures et traçons les courbes caractéristiques $D = f(\text{Log. } E)$, sur la même feuille de papier en déplaçant l'origine des abscisses vers la droite, de deux unités à chaque fois par exemple ; si le bain donne le même contraste, toutes les parties rectilignes des courbes sont parallèles ; si le bain donne toujours la même densité, les ordonnées d'une même plage du sensitogramme se trouvent sur une parallèle à l'axe des abscisses. (Voir fig. 6).

Prenons les 11^{es} plages des courbes, correspondant aux sensitogrammes développés pendant la journée, et joignons toutes les ordonnées ensemble ; nous obtenons en pratique une courbe analogue à celle représentée sur la figure. Lorsque cette ordonnée de la 11^e plage est au-dessus de l'ordonnée de l'étalon, le bain est « noir » (c'est le cas de la courbe n° 1 sur la figure) ; lorsque cette ordonnée est en-dessous, le bain est « clair » (c'est le cas de la courbe n° 2 sur la figure).

Connaissant ainsi l'état du bain, le contrôleur des bains peut indiquer au chef du développement les mesures à prendre. Il y a lieu de vérifier de temps en temps la température et la circulation lorsqu'on voit une variation anormale ; si le bain est trop clair, il y a lieu de le « renforcer » avec du bain de renforcement, ou, dans le cas contraire, d'arrêter le renforcement normal. Nous avons vu qu'il était délicat de modifier la formule du bain, soit en y ajoutant un produit chimique, soit en le diluant.

Mais la façon de remédier aux variations du contraste et, dans une certaine mesure, de la densité, consiste à modifier le temps de développement de la pellicule. Si par exemple le gamma du bain positif est 2,15,

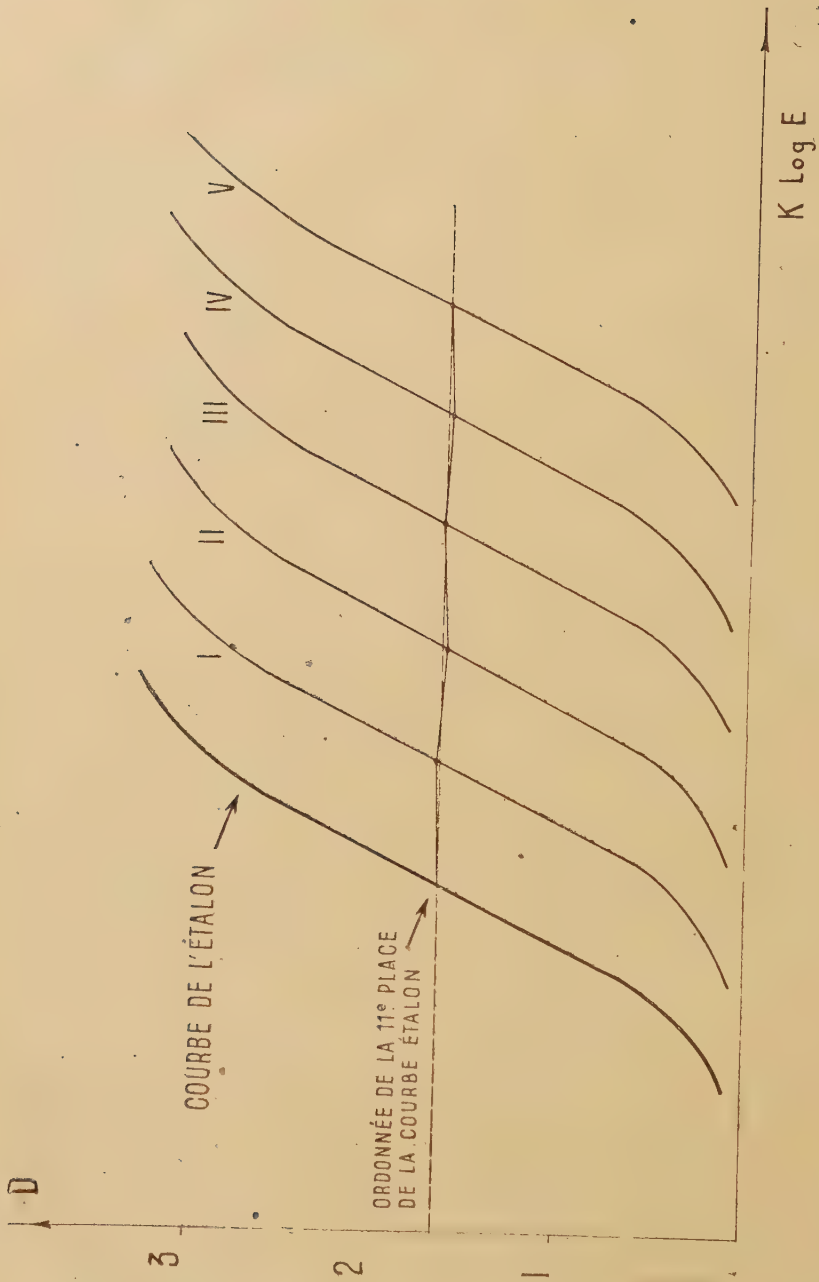


FIG. 6

nous savons par la courbe donnant le gamma en fonction du temps de développement, qu'en diminuant le temps de développement de 15 secondes, nous avons un contraste normal.

Il arrive assez souvent que le bain varie, donnant un contraste de 0,10 par excès ou par défaut, ce qui correspond à 30 secondes de temps de développement. Le chef du développement affiche donc dans la salle de développement un tableau où il indique que le temps de développement doit être normal ou non, et de combien. En pratique, la plus petite modification du temps de développement qui soit réellement sensible à l'œil en projection, est de 15 secondes. Ce tableau de réglage est tenu à jour à chaque mesure du contrôleur des bains.

Dans une usine de tirage bien organisée, nous pouvons arriver à une certaine automaticité du développement. Cependant, le développeur doit faire attention à la pellicule défilant devant lui après développement, devant une boîte de lumière rouge au positif, pour « rattraper », par une correction du temps de développement, un accident de tirage dont les causes peuvent être multiples (erreur de réglage, tireuses déréglées quant à l'éclairement...).

Remarque. — Pour passer dans la machine des sensitogrammes absolument identiques, nous pouvons procéder de la façon suivante : tirer le sensitogramme qu'on va passer, juste avant ; nous employons naturellement toujours la même pellicule, et quand on en change, dans le courant de l'année, il y a lieu de faire une comparaison extrêmement sérieuse pour pouvoir établir la « correspondance ». Cette méthode de tirer chaque sensitogramme avant le passage, est longue, mais si nous faisons plusieurs sensitogrammes le matin, ceux qui sont utilisés dans la soirée ont, pour les émulsions utilisées, une réduction de sensibilité qui modifie la précision de la mesure. Mais nous avons constaté qu'au bout de deux jours, des sensitogrammes tirés sur le sensitomètre Eastman II B avaient acquis une stabilité suffisante pour qu'il n'y ait pratiquement pas de variation dans le courant de la journée. Ainsi, nous n'avons à faire qu'un tirage par jour ; les sensitogrammes tirés seront utilisés le surlendemain.

Dans une usine de tirage, le contrôle des bains doit être fait d'une façon très soigneuse. Il y a lieu naturellement de faire une mesure le matin, lorsque le bain a déjà été en circulation, pour le mettre à la température voulue et l'homogénéiser, avant de commencer le développement.

Comme mesure supplémentaire pour contrôler le bain, il est certainement intéressant de mesurer son Ph et aussi sa pousissance réductrice. La mesure du Ph d'une façon précise, indique si l'alcalinité a été maintenue à sa valeur normale.

Un contrôle analytique du bain est intéressant ; il permet de déceler, par exemple, une trop grande oxydation par l'air. Tausch a donné une

méthode de dosage de l'hydroquinone et du métol ; on peut doser le sulfite volumétriquement par iodométrie ; le sulfate et le bromure sont dosés par pesée à l'état de sulfate de baryum et de bromure d'argent.

Mais ces analyses chimiques ne nous indiquent pas les qualités photographiques du bain ; elles sont compliquées. Aussi ne sont-elles pas utilisées pratiquement dans les usines de tirage françaises.

En pratique, dans le courant d'une journée de travail, surtout si le travail à faire est irrégulier, ce qui arrive dans les périodes creuses, le bain varie en gamma de 10 % par excès ou par défaut. J'ai vu le gamma varier de 2,05 à 2,25 au positif, pour un gamma normal de 2,15 ; il y avait lieu alors de modifier le temps de développement de 25 secondes en plus ou en moins.

Remarques sur la granulation

La granulation d'une image dans un révélateur est d'autant plus faible que le gamma utilisé est plus faible. C'est une des raisons pour lesquelles on utilise un bain négatif donnant un bas gamma.

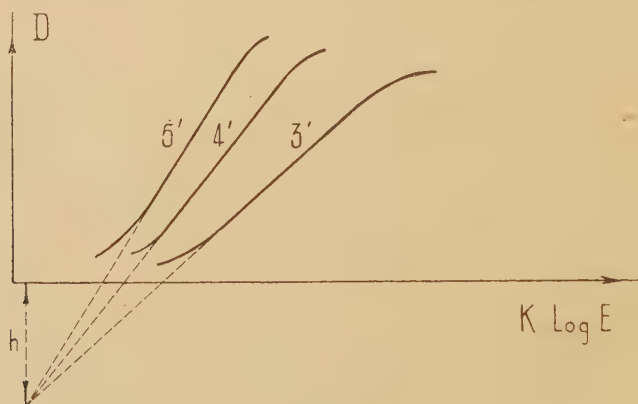


FIG. 7

On ne développe pas les négatifs dans du bain positif, car on serait conduit à utiliser des durées de développement trop courtes. On ne peut employer le même bain dilué, car il y aurait une usure rapide et dans le cas limite, le révélateur serait usé dans les parties supérieures de la couche sensible.

On agit sur la force du révélateur et on emploie une formule de révélateur telle que le Ph soit plus bas que le révélateur normal. C'est pourquoi dans le bain négatif, on remplace le carbonate de soude par un révélateur d'alcali plus faible, qui est le borax, alcalinité qu'on abaisse par adjonction d'acide borique.

Un tel système a en outre l'avantage de constituer un excellent tampon. De plus, dans le bain négatif Kodak D-76, et parce que son activité est relativement faible, l'assez forte proportion de sulfite qu'il contient permet la dissolution d'une partie du bromure d'argent, de telle sorte qu'au développement chimique proprement dit, vient se superposer un développement physique.

Malheureusement de tels révélateurs sont très sensibles à l'action des bromures solubles, ce qui se traduit par une régression assez marquée de la sensibilité en fonction de la quantité de bromure, régression qu'on peut mesurer par l'abaissement (h) du point de concours des parties droites des courbes caractéristiques indiquant les différents gammas à des temps de développements différents.

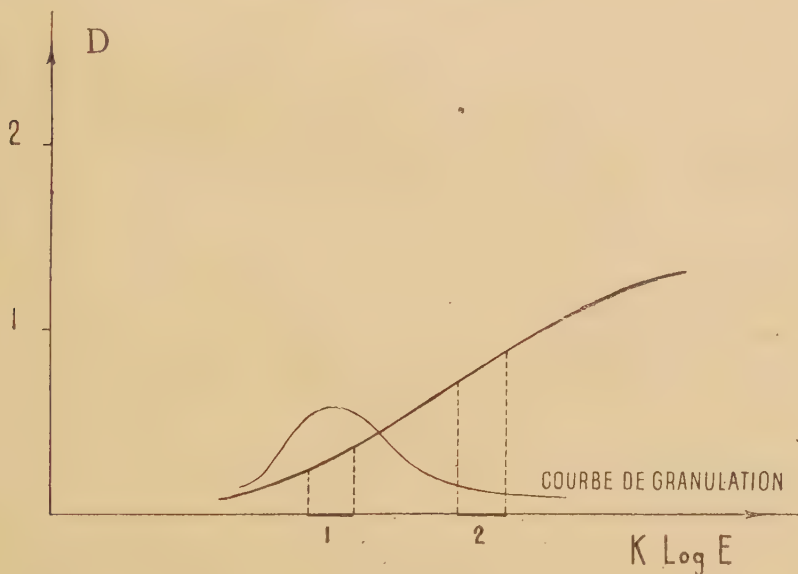


FIG. 7 bis

En outre, la granulation n'est pas la même pour toutes les densités. En effet, si l'image est toute blanche ou si l'image est toute noire, il n'y a pas de granulation. Il y a donc un maximum de granulation.

Envisageons le négatif d'un sujet peu contrasté (c'est le cas des scènes de brume), nous avons une grande latitude de temps de pose sur la courbe caractéristique, puisque l'intervalle de luminosité est faible.

Si nous logeons en I notre sujet sur la courbe caractéristique (voir FIG. 7 bis), nous voyons par la courbe de granulation que l'image sera granuleuse. Si nous la logeons en II, en posant plus, nous voyons qu'on aura moins de granulation. Evidemment, pour pouvoir nous permettre ces déplacements, il faut un sujet ayant un intervalle de luminosité fai-

ble. Cela se répercute au tirage, car il se peut que les conditions de tirage soient telles qu'on tire dans la région de la courbe de granulation la plus haute. Les deux effets de granulation du négatif et du positif s'ajoutent et on a sur l'écran une granulation énorme. C'est ce qui arrive parfois dans les effets de brume. L'opérateur n'a pas assez posé et nous nous trouvons dans la position I. L'opérateur aurait dû exposer plus dans cette scène.

N.-B. — Les révélateurs à la paraphénylène-diamine seraient d'excellents révélateurs à grain fin, qui d'ailleurs satisfont aux deux conditions dont on vient de parler :

1° Activité développatrice faible, ce qui permet de sous-développer.

2° Il dissout lui-même le bromure d'argent et superpose ainsi au développement physique au développement chimique. Malheureusement, ces révélateurs occasionnent sur le corps des ouvriers des dermatoses ; ils ne sont pratiquement pas employés.

RÉGLAGE DES ÉMULSIONS

Utilisation des courbes caractéristiques pour le réglage des émulsions

Une émulsion est une coulée de gélatino-bromure d'argent dans l'usine de fabrication de pellicule. Malheureusement, les différentes émulsions faites au cours d'une année dans ces usines ne sont pas strictement identiques au point de vue photographique ; de plus, le fabricant est amené à couler ces émulsions sur des groupes de bobines différentes. Ces groupes sont appelés « axes ».

L'usine de tirage achète de la pellicule vierge de différentes marques (Kodak, Agfa, Lumière, Bauchet, S. P. O...) ; elle classifie sa pellicule vierge d'abord par marque, puis par émulsion.

Dans une bonne fabrication, la pellicule d'une même émulsion, dont la longueur peut aller de 50 km. à 500 km., doit être homogène ; cependant, il y existe parfois des variations non négligeables, suivant les « axes », qui sont parfois au nombre de 50 à 60 dans une émulsion.

Le réglage d'une émulsion consiste à déterminer ses caractéristiques propres (sensibilité ; donc à définir l'éclairement nécessaire à une utilisation correcte — et son contraste ; donc définir son temps de développement pour avoir un gamma voulu). Une usine de tirage a beaucoup de réglages d'émulsions à faire. Pour les films vierges négatifs, on peut ainsi indiquer aux opérateurs de prises de vues la sensibilité de leurs films. La détermination des caractéristiques des émulsions de films positifs et pour production de contretypes donne aux ouvriers du tirage et du développement les conditions d'emploi.

Le réglage des émulsions a une extrême importance dans une usine de tirage, car il conditionne la qualité et l'homogénéité de la fabrication. L'ancienne méthode consistait à procéder par échantillons ; il est beaucoup plus rationnel et plus précis d'utiliser le sensitomètre.

Nous traçons la courbe caractéristique donnant la densité en fonction du logarithme des éclairages (Hurter et Driffeld) ; nous exposons un échantillon de pellicule vierge dans le sensitomètre Eastman II B (1).

1) *Remarque.* — Le sensitomètre Eastman II B a été fait pour les besoins de l'industrie du cinéma. Il est à temps de pose variable. Il impressionne le film suivant une échelle comprenant 21 zones recevant des expositions variant de 1 à 1024, chacune étant dans le rapport de $1,414 (\sqrt{2})$ avec la précédente. Cela permet de placer les densités à intervalles réguliers le long de l'axe des abscisses correspondant aux

Après développement et séchage, nous mesurons les densités de chaque plage de ce sensitogramme avec un densitomètre.

Le réglage d'une émulsion est une mesure relative, qui consiste à comparer l'émulsion nouvelle à une émulsion choisie pour étalon.

Voici le principe du réglage d'une émulsion :

Supposons que les deux émulsions donnent le même gamma. Ce qui nous intéresse pour le tirage, c'est de savoir si l'émulsion nouvelle est plus sensible que l'émulsion-étalon, et quelle modification du réglage de l'éclairage de la tireuse il faudra faire pour obtenir des résultats identiques. Sur la tireuse Debie, on modifie cet éclairage de deux façons :

- 1° En éloignant ou en rapprochant la lampe d'éclairage de la tireuse ;
- 2° En modifiant le voltage de la lampe. Une modification de 1 volt est perceptible.

On appelle « point de tireuse » la distance dont il faut éloigner ou rapprocher la lampe, de telle sorte que le résultat soit le même que si on abaissait ou augmentait le voltage de 2 volts.

La différence des ordonnées des parties linéaires des courbes caractéristiques (OC-OD), nous donne une méthode de traduire cette sensibilité relative ; nous voyons par expérience sur la tireuse, de combien de points et de volts il faudra modifier le réglage de l'émulsion nouvelle pour qu'elle donne des positifs présentant la même densité que ceux de l'émulsion-étalon.

Dans le cas de la fig 8, l'émulsion nouvelle est moins sensible que l'étalon, et, dans le cas de la fig. 9, c'est l'inverse. Cette différence de sensibilité est de 1 point.

Si les deux émulsions n'ont pas le même gamma, nous commençons par les ramener au même gamma en modifiant le temps de développement de l'émulsion nouvelle. La partie linéaire de la courbe caractéristique de l'émulsion nouvelle pivote à peu près autour du point A'. En pratique, il faut faire une nouvelle expérience (nous développons à la suite l'un de l'autre, à des temps donc différents sur la même développuse, un sensitogramme de l'émulsion-étalon et une sensitogramme de l'émulsion nouvelle). Nous retombons alors dans le cas précédent d'émul-

logarithmes des éclairagements dans la construction de la courbe donnant la densité en fonction du log. E.

Les sensitogrammes tirés avec le densitomètre peuvent être lus avec le densitomètre Capstaff ; il permet de mesurer des densités de 0 à 3, sur une aire circulaire de 0 mm. 5 de diamètre, en un point quelconque des images ; il présente un champ photométrique maintenu à un éclairage invariable ; son unique source de lumière éclaire la densité à mesurer et donne le faisceau de comparaison qui traverse un coin circulaire.

sions ayant le même gamma pour l'examen des courbes au point de vue de la sensibilité, et nous réglerons l'intensité lumineuse de la tireuse en fonction de la différence CD.

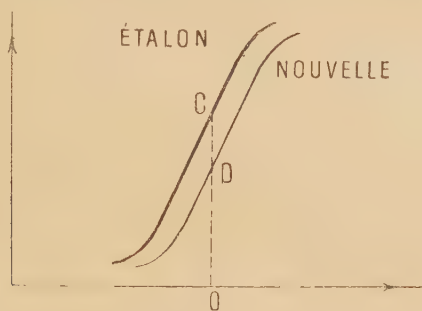


FIG. 8

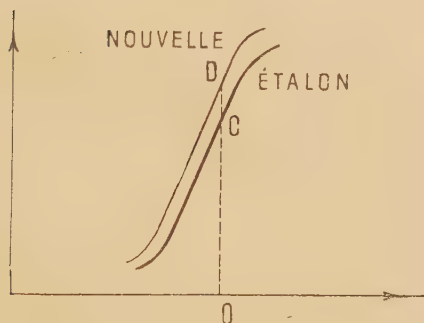


FIG. 9

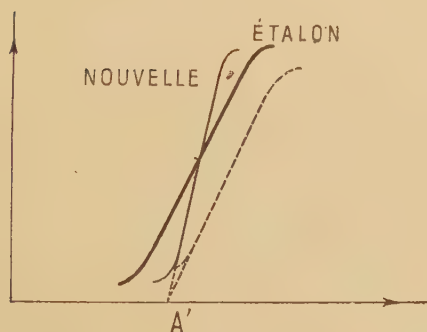


FIG. 10

Sur la fig. 10, l'émulsion nouvelle est plus contrastée que l'émulsion-étalon, car :

Gamma (étalon)	= 2,05
Gamma (nouvelle)	= 2,15

L'émulsion nouvelle est moins sensible que l'émulsion-étalon, car lorsque nous aurons développé l'émulsion nouvelle avec 25 secondes de moins que l'étalon, la courbe sera en-dessous d'une distance CD correspondant à un point de tireuse. Nous réglerons donc cette émulsion nouvelle, par rapport à l'étalon, au réglage + 1 point, — 25 secondes.

REMARQUE. — Pour faire ces échantillons, nous pourrions nous dire qu'il est nécessaire d'avoir un bain de développement strictement le même indéfiniment, et, pour cela, d'avoir une petite développeuse construite spécialement à cet effet, où nous mettrions un bain venant d'être lait lorsque nous ferions cette mesure. Mais cela est compliqué et long. Ce qui nous intéresse, c'est une mesure relative par rapport à l'émulsion-étalon, et par le fait, par rapport à l'émulsion en cours, ce procédé est inutile. Il suffit que nous passions les sensitogrammes ensemble sur la même développeuse.

**

Indication du réglage des émulsions

L'usine de tirage prend une émulsion-étalon qui servira pendant un an au moins et plus si possible, et nous faisons les trois sensitogrammes sur les émulsions suivantes :

émulsion-étalon — émulsion en cours — émulsion nouvelle

Nous avons vu comment nous tracions les courbes caractéristiques et quelles conclusions nous en tirions. Nous connaissons la courbe : $\gamma = f(\text{temps développement})$. Nous avons ainsi les éléments voulus pour donner à cette émulsion un réglage.

Exemple : Nous indiquons pour l'éclairage de la tireuse : le voltage d'alimentation de la tireuse, la position de la lampe-image par rapport à la fenêtre de la tireuse, la position du rhéostat de la lampe-son ou point de la lampe-son (nous ne pouvons avancer ou reculer la lampe-son dans son tambour de tirage pour varier l'éclairage, nous ne pouvons donc qu'agir en modifiant le voltage de la lampe, et nous graduons le rhéostat utilisé pour cela en points ayant la même correspondance que ci-dessus).

Pour le temps de développement, nous indiquons le nombre de secondes nécessaires. Nous avons donc un réglage ainsi conçu :

Exemple : Pellicule. — Marque Kodak.

Emulsion. — N° 375 (axes 1, 2, 4, 9, 11, 12, 15, 19, 20, 21).

Voltage : 104 volts.

Points de la lampe-image : 3.

Points de la lampe-son : 5.

Temps de développement : 3 minutes 30 secondes,

Essais pratiques

Nous avons toujours procédé ensuite à un essai pratique pour vérifier ce réglage. Nous sommes arrivés à conclure que la meilleure méthode était de tirer une image fixe sur une longueur de 4 mètres environ et de la regarder devant une boîte de lumière et de la passer ensuite dans un appareil de projection. Comme négatif-étalon, prenons trois images fixes différentes et bien caractéristiques, par exemple : un gros plan de tête, une scène de nuit, un paysage. Pour le son, nous prenons une boucle, par exemple, d'un son à densité fixe, représentant un silence.

Pour projeter les négatifs résultant sur l'écran, nous collons les positifs par scènes analogues les unes au bout des autres. Nous voyons ainsi à l'œil nu s'il y a une petite rectification de réglage à faire, car il y a des questions de ton de la pellicule qui jouent et modifient parfois les effets de demi-teinte. Nous modifions le réglage soit en volts, soit en temps de développement, suivant qu'il s'agit de la sensibilité ou du contraste. Pour le son, nous mesurons au densitomètre les différents échantillons qui doivent avoir la même densité, et nous modifions le réglage s'il y a lieu.

A ce sujet, si, pour l'image, nous modifions le temps de développement, cela se répercute sur le son. Nous devons donc rattraper cette modification en changeant l'intensité de la lampe-son.

Bobines d'essais

Comme dernière preuve expérimentale dans une usine de tirage, nous faisons une bobine d'essai de l'émulsion nouvelle par rapport à l'émulsion en cours et à l'émulsion-étalon. Pour cela, nous choisissons un négatif (il ne faut surtout pas prendre un contretypé) de bonne qualité, et présentant surtout des scènes de jour. Nous le tirons trois fois sur la même tireuse au réglage propre de chaque émulsion. Nous les développons en même temps à leur réglage sur la même développeuse, puis nous projetons ces trois bobines dans une salle de projection, sur le même appareil de projection, en faisant bien attention à ce que l'éclairage soit constant. Généralement, les trois bobines sont identiques, et nous avons eu quelquefois des différences de nuances entraînant une petite rectification (par exemple enlever ou ajouter un demi-point et augmenter ou diminuer le temps de développement de 15 secondes pour accentuer ou diminuer le contraste).

Normalement tous les axes d'une émulsion sont identiques. Mais il existe parfois des variations non négligeables quant à la sensibilité, et allant jusqu'à un point. J'ai toujours constaté que le gamma était inva-
riable.

Contrôle des axes d'une émulsion

Nous prenons un mètre de pellicule dans chaque axe, nous les collons tous au bout les uns des autres après les avoir numérotés. Nous tirons une image fixe et une boucle de son. Il suffit d'examiner au densitomètre les différences de densité du son, qui sont confirmées par les différences de densité de l'image que l'on voit en projection.

Si dans une émulsion, nous trouvons des différences de densité entre les axes, supérieures à 1/2 point, nous sommes obligés de classer les bobines de pellicule vierge par axe, et de changer le réglage pour le tirage, suivant les axes. Cela complique beaucoup le travail dans une usine de tirage, car un axe de pellicule vierge mesure 6 à 10 km. et souvent moins.

Voici un tableau indiquant quels ont été, pendant 6 mois, les réglages de 22 émulsions de pellicule positive utilisée, de la même marque Agfa :

RÉGLAGES D'ÉMULSIONS

Agfa 012	3 1/2	6	95 V	3 min. 20 sec.
Agfa 013	3 1/2	6	96 V	3 min. 20 sec.
Agfa 244	3 1/2	6	95 V	3 min. 20 sec.
Agfa 245	3 1/2	6	95 V	3 min. 20 sec.
Agfa 246	3 1/2	6	94 V	3 min. 20 sec.
Agfa 255	3 1/2	6	94 V	3 min. 20 sec.
Agfa 809	3 1/2	6	97 V	3 min. 20 sec.
Agfa 810	3 1/2	6 1/2	97 V	3 min. 20 sec.
Agfa 811	3 1/2	6 1/2	94 V	3 min. 20 sec.
Agfa 366	3 1/2	6 1/2	96 V	3 min. 20 sec.
Agfa 526	3 1/2	5 1/2	91 V	3 min. 20 sec.
Agfa 527	3 1/2	5 1/2	91 V	3 min. 20 sec.
Agfa 144	3 1/2	5 1/2	97 V	4 min. 35 sec.
Agfa 148	3 1/2	5 1/2	95 V	4 min. 35 sec.
Agfa 751	3 1/2	6	95 V	3 min. 45 sec.
Agfa 753	3 1/2	6	97 V	4 min. 5 sec.
Agfa 754	3 1/2	6	96 V	3 min. 45 sec.
Agfa NF 520	3 1/2	6	94 V	4 min. 35 sec.
Agfa NF 523	3 1/2	5 1/2	93 V	3 min. 45 sec.
Agfa 924	3 1/2	6	95 V	3 min. 45 sec.
Agfa 925	3 1/2	6	95 V	3 min. 45 sec.
Agfa 926	3 1/2	6	95 V	3 min. 35 sec.

Les variations sur 6 mois ont modifié le temps de développement de 75 secondes, c'est-à-dire de 37 %, ce qui est une différence importante.

Les variations ont également modifié la sensibilité, c'est-à-dire le réglage de la lampe-image, de 91 volts à 97 volts, c'est-à-dire de 6 volts, équivalant à 3 points.

Ceci nous montre tout de suite l'importance du réglage des émulsions et de la précision qui doit être requise pour cette opération.

Remarques pour le réglage des pellicules pour contretypes

Nous avons le négatif original ayant un gamma : $\text{Gamma } n = 0,65$ et nous voulons obtenir un contretype négatif qui puisse fournir des copies identiques à celles tirées à partir du négatif original.

Il faut donc aboutir à un contretype négatif qui ait un gamma, soit $\text{Gamma } n^2$, égal à celui du négatif original. La condition des gammas nous donne ceci, en désignant par gamma p le gamma du contretype positif :

$$\text{Gamma } n^2, \text{ Gamma } p = 1, \text{ c'est-à-dire : } \text{gamma } p = \frac{1}{0,65} = 1,53.$$

Ce gamma est en somme le gamma virtuel qui donne la condition pour que le positif définitif soit identique à l'original, c'est-à-dire pour que le positif soit objectivement correct.

Mais en réalité, on cherche à avoir un rendu subjectivement correct, et pour cela, j'ai remarqué qu'il fallait développer les contretypes positifs à un gamma de l'ordre de 1,8.

En effet, il faut noter que les courbes caractéristiques que nous examinons sont mesurées sur des échantillons impressionnés à grande échelle. Or, en cinéma, étant donné que les images sont très petites, les effets de voisinage peuvent dans certains cas devenir prépondérants, et, de ce fait, peuvent fausser le rendu qu'on obtient en ne tenant compte que de la courbe caractéristique.

Prenons une émulsion déterminée ; nous traçons la courbe caractéristique de telle sorte que, du seuil au noir maximum, il y ait, sur l'échantillon, une distance de plusieurs centimètres. Mais si, à l'aide d'un artifice expérimental, d'un micro-sensitomètre, on s'arrange pour que cette distance soit réduite à 1 m/m, on verra que la courbe caractéristique est différente. Ces différences seront encore plus grandes si le micro-sensitogramme est impressionné de telle sorte que les densités ne soient plus impressionnées dans un ordre croissant, mais dans un ordre quelconque — ce qui est pratiquement toujours le cas dans une image cinématographique.

D'autre part, n'oublions pas que la région utile de la courbe caractéristique comprend le pied de la courbe.

Les fabricants de pellicule livrent des émulsions pour contretypes positifs et négatifs, qui présentent les caractéristiques suivantes :

1° Latitude de pose assez importante pour reproduire correctement le plus grand intervalle de densité ;

2° Grand pouvoir résolvant (aptitude à produire de fins détails) et faible granulation. (C'est un point extrêmement important, car la totalisation des effets de la granulation sur le contretype positif et sur le contretype négatif conduirait à une granulation trop grande).

Malgré cette faible granulation, une copie d'exploitation tirée d'après contretype, a une granulation plus forte à l'œil nu en projection, qu'une copie tirée d'après le négatif original ;

3° Rapidité suffisante pour l'emploi dans les tireuses par projection ou les tireuses par contact ;

4° Région rectiligne de la courbe caractéristique s'amorçant à une faible densité.

La méthode de réglage des pellicules pour contretypes est exactement la même que celle des pellicules positives.

Les résultats pratiques m'ont amené à établir le réglage suivant pour les différentes pellicules utilisées pour contretypes :

— Film pour contretypes positifs (se développe au bain positif) :

Kodak 1355.

Gamma : 1,8. — Temps de développement : 4 min. 10 sec. au bain positif n° 4.

— Film pour contretypes positifs (à grain fin) spécial pour truquage :

Kodak 1365.

Pellicule très peu sensible (pour la tirer sur une tireuse, on est obligé d'employer une tireuse tournant trois fois moins vite — temps de pose trois fois plus long — et ayant un éclaircissement 5 fois plus fort).

Gamma : 1,10. — Temps de développement : 11 minutes environ, au bain négatif n° 1.

Remarques sur la courbe caractéristique et le gamma pour les pellicules-son

Le sensitomètre Eastman II B reproduit bien pour la pellicule négative comme pour la pellicule positive, les conditions pratiques d'utilisation.

En effet, pour un sensitogramme négatif sur le sensitomètre Eastman II B, on se sert de l'écran Wratten n° 79, qui fait que le rayon qui frappe

le film représente celui d'une source de température de couleurs de 5.400 K, qui correspond à peu près à la lumière du jour.

Pour le tirage d'un sensitogramme de pellicule positive on utilise l'écran Wratten n° 78 B, qui amène la lumière à une composition spectrale, correspondant à une température de couleurs de 3.000 K, ce qui est à peu près celle des lampes de tirage.

Le temps de pose utilisé par le sensitomètre Eastman II B correspond également aux conditions d'utilisation des pellicules, soit dans une caméra, soit dans une tireuse.

Mais il n'en est pas du tout de même dans l'enregistrement des sons. Les sons sont enregistrés en lumière dirigée avec un temps de pose extrêmement court, de l'ordre du vingtième au quarante millième de seconde suivant le type d'appareil. L'intensité lumineuse est très grande. Il en résulte, par suite de l'effet Schwartzchild (écarts à la loi de réciprocité) que le gamma déterminé sur le sensitogramme est notablement plus grand que le gamma réel.

Prenons par exemple une pellicule sonore (Kodak négative sonore), et tirons un sensitogramme sur un sensitomètre dit « sensitomètre à pose ultra courte », qui reproduit comme intensité lumineuse et temps de pose les conditions d'enregistrement du son (temps de pose 1/20.000ème de seconde). Développons les deux sensitogrammes dans les mêmes conditions (bain D 16), nous obtenons des courbes complètement différentes ; notamment le gamma du sensitogramme à pose ultra courte est égal à 1, c'est-à-dire très inférieur à celui du sensitogramme tiré sur l'Eastman II B, qui est 1,75 (voir fig. 11).

Nous en concluons que :

$$\text{Gamma effectif} = \frac{\text{gamma du sensitomètre Eastman II B}}{C}$$

Ce coefficient C est ici 1,7. Dans cette expérience, les densités ont été mesurées en lumière diffuse ; mais la projection du son aura lieu en lumière dirigée. L'effet Callier (diffusion de la lumière), augmentera encore, à la projection, l'accroissement de gamma précédent, dû à l'effet Schwartzchild.

D'après les travaux de Kuster et Schmidt, le facteur F correspondant à l'effet Schwartzchild en lumière dirigée, est égal au produit du coefficient C par le coefficient de Callier, qui est de 1,3 pour les émulsions utilisées actuellement.

$$F = C \cdot 1,3$$

Dans le cas de l'expérience précédente, on aurait donc :

$$F = 2,21.$$

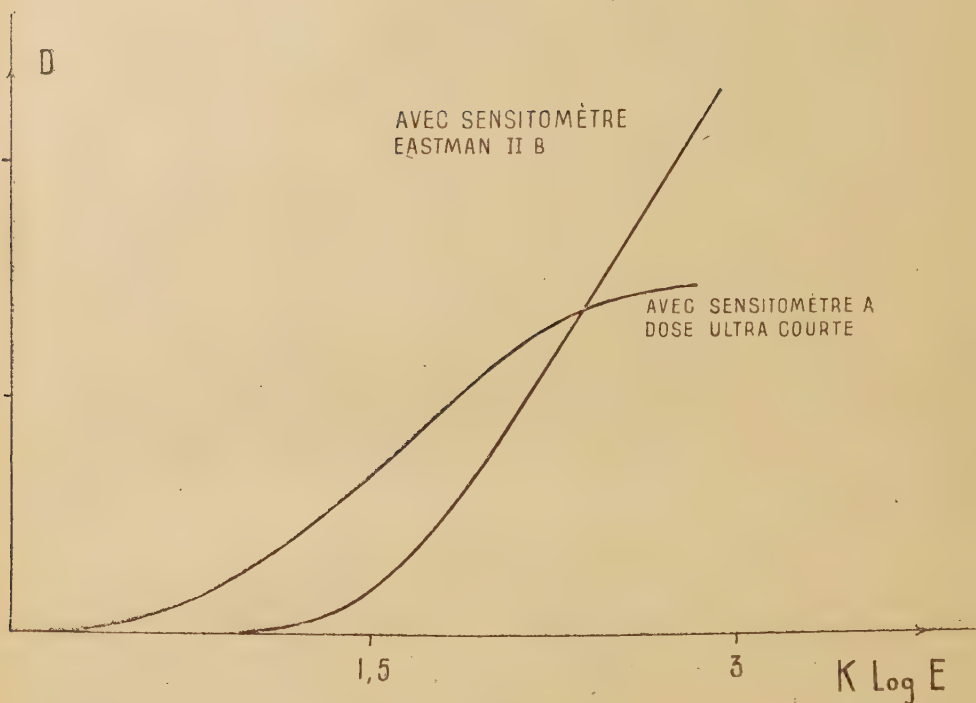


FIG. 11

Conclusion pratique. — Nous voulons obtenir un gamma du négatif son de 0,6 en lumière diffuse. Nous contrôlons le développement dans le bain D-16, avec un sensitogramme tiré sur l'Eastman II B. Nous aurons donc à développer ce négatif-son le temps nécessaire pour que le sensitogramme tiré sur l'Eastman II B ait un gamma de 1, puisque 0,6 est à

peu près égal à $\frac{1}{1,7}$

ETALONNAGE DES NÉGATIFS

« Etalonner » un négatif, c'est déterminer l'éclairement et les conditions de développement nécessaires pour obtenir un positif correct.

L'étalonnage des négatifs se fait pour les premier positifs et pour l'obtention des copies de série, le négatif étant monté. Naturellement, il faut étalonner les images et les sons.

L'étalonnage du son se fait d'une façon scientifique, au densitomètre ; l'étalonneur mesure au densitomètre la densité du négatif et en conclut, au moyen du tableau des correspondances des « lumières » de la tireuse, la lumière qu'il faut employer. Pour le temps de développement, il se basera sur un temps de développement normal, quitte à le modifier si l'image le nécessite (par exemple si, pour contraster l'image, l'étalonneur décide de faire développer 30 secondes en plus, il enlèvera un point sur le son).

Le système à densité fixe est beaucoup plus facile à étalonner, puisque normalement il n'y a pas de changement de « lumière ». Pour examiner une piste sonore à densité fixe, il faut se servir d'un densitomètre examinant une plage très petite et pouvant mesurer des densités assez élevées, (1,3 par exemple). Le densitomètre Eastman, à comparaison avec un coin étalon, et à lecture directe de la densité, est commode et rapide. Pour l'étalonnage des sons, on peut se servir d'un densitomètre à cellule photo-électrique. Mais, en général, les densitomètres à cellule photo-électrique rendent une mesure longue, car il faut faire d'abord une « mise à zéro ».

Pour l'étalonnage des sons à densité variable, genre Western, la plage dont on mesure la densité doit être beaucoup plus grande (au moins $2,5 \times 1 \text{ mm.}$), mesurée dans les « silences » et les modulations.

L'étalonnage des images peut se faire directement, ce qui est le cas général, ou en procédant par échantillons. Il n'y a pas moyen d'utiliser de cellule photo-électrique, car, dans l'étalonnage des images entrent des considérations artistiques (scènes de jour, scènes de nuit, gros plans, etc...).

Dans une salle éclairée toujours de la même façon, en lumière diffuse, l'étalonneur regarde sur un verre dépoli légèrement éclairé par en-dessous, le négatif à étalonner comparativement à quelques images prises pour étalon. Il sait que la tireuse utilisée permet 20 éclairnements différents, qu'on appelle « lumière » et qu'on numérote de 1 à 20. L'éta-

l'onneur marque sur un carton les « lumières » qui doivent être employées pour tirer les bobines. Un étalonneur exercé ne se trompe pas de plus d'une « lumière », ce qui équivaut à faire varier le courant de 2 volts dans les tireuses utilisées, et, pour le développement, de plus ou moins 30 secondes. C'est pourquoi, avant de lancer de la grande série, l'étalonneur fait toujours faire une bobine d'essai qu'il rectifiera après l'avoir vue en projection si besoin est. Il est difficile de trouver un bon étalonneur, car il faut quelqu'un ayant un œil constant, et voyant bien les différences de densité.

L'étalonnage par échantillons, avec des lumières différentes, consiste à tirer des échantillons, à les développer et à choisir ensuite le meilleur résultat. C'est un procédé long. En effet, il faut voir en projection les différentes scènes pour apprécier les demi-teintes et rectifier un premier étalonnage.

Il existe des étalonneuses comme l'étalonneuse Filmograph, qui présentent une certaine automaticité pour augmenter la rapidité de ses tirages ; cette étalonneuse utilise une lampe identique à celle des tireuses, la valeur des « lumières » étant respectée.

Pratiquement, les usines de tirage « étalonnent » surtout à l'œil, et un bon étalonneur est le spécialiste le plus difficile à trouver pour une usine de tirage.

1) Ces tireuses avaient été réglées de telle sorte que la variation d'une « lumière » ou d'un point corresponde à la même variation d'éclairement.

CHAPITRE IV

TIRAGE

Types de tireuses

Il existe deux types de tireuses : *par contact* et *optique*.

Dans une tireuse *par contact*, le négatif et le positif se touchent, gélatine contre gélatine ; il ne peut s'agir que de tirer des pellicules de même format. Le défilement peut être saccadé, c'est-à-dire qu'on tire image par image avec un temps de pose pour chaque image, la lumière étant arrêtée pendant le temps de défilement d'une image à l'autre, par exemple par un disque obturateur analogue à celui d'un appareil de projection.

Dans le défilement continu, le négatif et le positif défilent à une vitesse constante devant la source de lumière permanente.

Pour l'image, le défilement peut être saccadé ou continu. Pour le son, le défilement ne peut être que continu, puisqu'il n'y a pas d'arrêt dans la piste sonore.

Dans une tireuse *optique*, l'objectif qui se trouve entre le négatif et le positif permet de modifier le format ; une tireuse pourra servir à tirer des positifs 16 mm. (format réduit international) d'après un négatif de format standard de 35 mm. Ce cas est très fréquent et une telle tireuse est dite « réductrice ». Elle peut utiliser le système à défilement saccadé ou à défilement continu.

Il existe une catégorie spéciale de tireuses dites « truca » qui servent à faire du truquage.

Les tireuses dont on se sert en France et dans presque toute l'Europe, sont des tireuses Debie, par contact et à défilement saccadé. La pellicule est entraînée d'une façon saccadée dans la fenêtre de tirage par un charriot à griffes dont le réglage doit être précis ; pendant le temps de pose, le négatif et le positif sont maintenus l'un contre l'autre par un marteau presseur. Le son est tiré à défilement continu sur un tambour dit « organe son », où les pellicules sont entraînées par un débiteur.

L'Amérique utilise surtout des tireuses Bell et Howell ou Depue, par contact et à défilement continu,

Constance des tireuses

Le grand problème du tirage est celui de la rigoureuse constance de l'éclairement pendant une même scène, et d'un système de changement de lumière rapide et précis.

Les problèmes mécaniques, tout en demandant une grande précision, sont plus faciles à résoudre.

1° CIRCUIT ÉLECTRIQUE

Il faut utiliser du courant continu pour deux raisons : d'une part si on utilise du courant alternatif 50 périodes, nous obtenons un tirage irrégulier (1) ; d'autre part, il est nécessaire d'avoir une tension rigoureusement constante aux bornes d'utilisation.

Pour cela, la méthode employée à peu près partout consiste à utiliser une batterie d'accumulateurs de capacité importante par rapport à l'énergie utilisée ; elle est utilisée en décharge, dans la partie linéaire de la courbe de décharge.

Une centrale électrique équipée d'une dynamo et d'une lampe « Fer-Hydrogène » pour servir de régulateur, donne des résultats fort médiocres, car la réaction qui donne la régularisation, est thermique, et par le fait, pas assez rapide. La difficulté de la régularisation, tient à ce que les variations sont instantanées et qu'il faut les corriger instantanément. Il faut obtenir une constance de voltage au moins à 1/2 volt près pour un courant d'utilisation de 110 volts environ. En effet, une différence de 1 volt se traduit dans le tirage par une variation nettement perceptible. Les voltmètres de contrôle doivent être très précis.

2° LAMPES DE TIRAGE

La question des lampes est une des questions très importantes du tirage.

Les tireuses Debrie utilisent les lampes Philips, construites spécialement pour cela. Les filaments de la lampe-image sont dans un plan perpendiculaire à l'axe de la lampe, de telle sorte que le plan du filament est parallèle à celui de la fenêtre du tirage, ce qui est très important : ainsi, il n'est pas nécessaire de mettre un verre dépoli devant la fenêtre de tirage, qui répartit la lumière uniformément et en absorbe une partie.

La lampe-image est une 100 watts 110 volts, qu'on utilisera toujours en sous-tension (nous ne dépasserons pas 106 v.), de façon à

1) Remarque. — Toutefois nous avons constaté que du courant alternatif à plus de 500 périodes ne présentait pas cet inconvénient. Nous avons notamment utilisé une lampe à vapeur de mercure à haute pression « Philips » livrée pour 50 périodes ; employée avec du courant à 700 périodes, nous obtenions un tirage correct.

obtenir une plus grande régularité. Il est important que le filament soit bien toujours à la même place, l'attache des filaments étant en haut, par exemple, une fois la tireuse étalonnée. Pour vérifier si la lumière se répartit bien uniformément, nous tirons sur de la pellicule positive sans négatif, en choisissant un éclairage approprié, un noircissement de densité moyenne (0,70 par exemple) ; cet essai une fois développé est examiné dans ses différents endroits au densitomètre.

Nous voyons tout de suite si la lumière se répartit bien uniformément. La boîte de lumière doit être peinte en noir mat, pour qu'il n'y ait pas de lumière parasite.

La lampe-son est une 15 W. 110 V., dont les filaments sont répartis sur un cylindre autour de l'axe, l'axe du cylindre étant parallèle à la fenêtre de tirage. Etant données les petites dimensions de ces fenêtres, il est plus aisé d'obtenir l'uniformité de l'éclairage.

3° SYSTÈME DE CHANGEMENT DE « LUMIÈRE » DANS LES TIREUSES

Au chapitre de l'étalonnage, j'ai déjà dit que l'étalonneur indiquait sur un carton s'il fallait modifier l'éclairage suivant les scènes de la bobine.

Il arrive parfois qu'il faille changer 20 à 30 fois l'éclairage dans une bobine de 300 mètres de long. Ce changement d'éclairage se fait automatiquement et très rapidement, au moyen d'un organisme très important de la tireuse, dit « variateur de lumière ».

Debie a adopté le système de variation d'éclairage par variation du voltage alimentant les lampes de la tireuse (il y a une lampe pour l'image et une lampe pour le son), au moyen d'un jeu de 20 rhéostats commandés par un variateur mécanique qui agit sous l'influence d'une bande de film perforée, dite « bande de tireuse » ; chaque perforation correspond à l'un des 20 rhéostats et l'enclenchement du variateur au moment voulu se fait grâce à une encoche faite sur le négatif (que ce soit pour l'image ou pour le son, le système est analogue), que l'étalonneur a faite à l'endroit précis où il veut un changement de lumière ; un contacteur se trouve en effet près de la fenêtre de tirage, le long du film et il agit lorsqu'une encoche se présente.

Ce système permet d'obtenir par conséquent 20 éclairages différents, en faisant varier le voltage de 66 volts à 106 volts (si le voltage d'alimentation est de 106 volts). Nous dirons que nous avons ainsi 20 « lumières » différentes, numérotées de 1 à 20, le n° 20 correspondant au plus fort voltage, 106 volts.

Il y a deux variateurs : un pour l'image, un pour le son. Au point de vue mécanique, ce système est rapide et robuste, mais au point de vue de l'éclairage, il donne lieu à des variations ;

1) Des poussières et des saletés se mettent sur les plots et modifient la résistance du circuit. Nous avons fait de nombreuses mesures avec un voltmètre et nous avons remarqué qu'il y a parfois des différences d'un volt, par suite de l'accumulation de saletés. A ce sujet, nous pensons qu'il serait possible d'établir des variateurs moins sujets à ces inconvénients.

2) La lampe travaille à des tensions différentes et nous n'avons pas une température de couleur constante.

Li tireuse Debrie fait varier le voltage de la lampe de 66 V. à 106 V., donc la température de couleur, donc la répartition de l'énergie dans le spectre de la lumière émise par le filament de la lampe.

Plus le voltage est bas, plus il y a de radiations rouges émises proportionnellement, donc inactiniques ; cela fait varier le contraste et se répercute par le fait sur l'image. Le gamma d'une émulsion varie avec la répartition de l'énergie dans la lumière qui a servi à l'impressionner, et cela plus particulièrement avec la pellicule positive.

Cette tireuse fait donc varier le contraste dans l'émulsion. C'est un système mauvais.

Remarque sur l'uniformité de l'éclairement de la fenêtre de tirage

Une chose très importante est celle-ci : il faut que l'intensité lumineuse soit bien la même en tous les points de la fenêtre de tirage ; en général, avec les lampes employées, cela a bien lieu. Je l'ai contrôlé de la façon suivante : en tirant sur la machine un noircissement (de densité 1 environ), et en mesurant, au densitomètre, les densités des différentes parties de l'image.

L'adjonction d'un verre dépoli, qui a l'inconvénient d'absorber un peu de lumière, perfectionne en général l'uniformité de l'éclairement.

Les machines où cette uniformité est la plus difficile à régler, sont les tireuses titres, où la lumière vient d'un collimateur, et les tireuses réductrices où l'on a de la lumière dirigée.

4 TIREUSES A « BANDE-CACHE »

Nous sommes persuadés qu'il faut abandonner le système de changement de lumière par variation de voltage pour le remplacer par un système où les changements de « lumière » soient obtenus par un diaphragme placé entre la lampe et la fenêtre de tirage. La lampe travaille ainsi *toujours sous la même tension* ; la température de couleur est constante. J'ai fait des expériences sur le tirage de l'image avec une

tireuse où le diaphragme était constitué par une bande-cache (fig. 12) comprenant 20 trous calculés pour donner des éclaircissements analogues à ceux d'une tireuse ordinaire. Un épais verre dépoli placé devant la fenêtre de tirage, uniformise l'éclaircissement. La bande-cache est une bande percée d'autant de trous que le film a de lumières différentes, faits avec une poinçonneuse spéciale.

BANDE CACHE

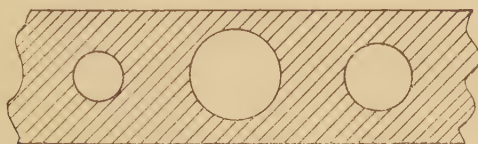


FIG. 12

Nous mettons la bande-cache en A et en B, le départ sur le débiteur (voir fig. 13 b.). Lorsqu'une encoche du négatif ferme le circuit du contacteur, situé comme précédemment près de la fenêtre de tirage, l'électro-aimant situé en B est déclenché et fait avancer la bande-cache d'une façon très rapide. Le système de changement de lumière est aussi rapide que le système précédent, à variation de résistance.

Par rapport au système précédent, au lieu de faire une bande pour le variateur, nous faisons une bande-cache pour chaque négatif qui est

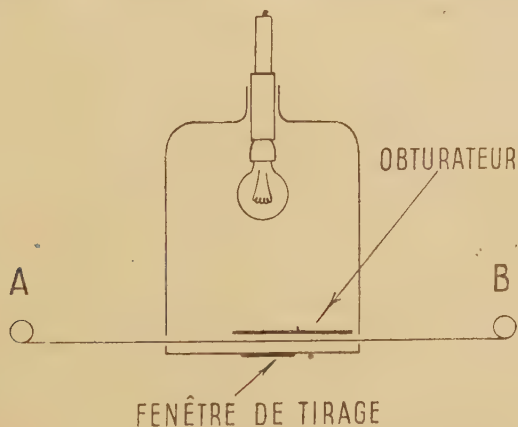


FIG. 13

plus ou moins longue, suivant le nombre de changement de « lumière ». Cette bande-cache doit être bien taillée, de largeur bien régulière, pour ne pas offrir de résistance dans les glissières. Le montage est un petit peu plus long qu'avec le système précédent, car il faut monter la bande-cache sur l'enrouleur A et le débiteur B (l'enrouleur A est à friction).

Les premiers résultats que j'ai obtenus avec cette tireuse à bande-cache étaient encourageants ; la constance de l'éclairement était très supérieure. Dans cette tireuse, nous réglons la lampe-image comme précédemment, et nous pouvons avancer ou reculer la lampe pour ajouter ou retrancher des « points ».

J'ai fait cette expérience avec une lampe Philips 110 v. 100 w. analogue à celle des tireuses précédentes, mais j'ai utilisé également une lampe à gros filaments de tungstène, marchant sous 24 v. et gros ampérage, dont la constance est plus grande.

Pour l'image, l'établissement d'un tel système ne présente pas de grosses difficultés mécaniques. Pour le son, il serait très intéressant d'utiliser ce système également. Il faudrait alors prévoir un tambour plus grand pour pouvoir loger le système.

REMARQUE. — Nous pourrions envisager un diaphragme-iris ou un diaphragme métallique à bande-cache qui serait actionné par un électro-aimant analogue à celui des tireuses à variations de voltage. Mais étant donnée la nécessité de la rapidité très grande du changement de lumière, il faut alors un mécanisme robuste et ne se dérégulant pas. Nous ferions ainsi l'économie de la bande-cache, ce qui serait moins coûteux et plus rapide comme montage.

Contrôle des tireuses

Une usine de tirage possède plusieurs tireuses pour le tirage des premiers positifs, des copies de série, des copies avec titres en surimpression, des copies en format réduit. Le contrôle des tireuses est le même pour toutes ; elles doivent avoir un éclairement voulu et elles doivent être semblables les unes aux autres pour pouvoir faire une production homogène.

Le contrôle des tireuses est une des questions les plus délicates du tirage. En effet, nous constatons que les lampes des tireuses, en utilisation pendant 8 heures au plus, se dérèglent comme éclairement et d'une façon irrégulière, que ce soit pour l'image ou pour le son.

Nous pourrions penser qu'à l'usage, les lampes faiblissent d'une façon régulière, conformément à leur courbe d'éclairement en fonction du temps d'utilisation (les lampes à filaments de tungstène ont une durée d'au moins 500 heures et même de 1.000 heures, surtout utilisées en sous-tension), et en tenant compte du vieillissement de la lampe en température de couleurs, mais j'ai constaté que, pratiquement les lampes sont tantôt « en-dessus », tantôt « en-dessous ».

Avant la mise en route de la salle de tirage, il faut laisser les lampes allumées un certain temps (au moins 5 minutes, et, en pratique, 15 minu-

tes) avant de faire un contrôle et d'utiliser les machines, car la lampe ne prend son état normal d'éclairement que lorsqu'elle est bien chaude.

Le procédé de contrôle qui était utilisé il y a quelques années et l'est encore dans bien des usines, consiste à faire un échantillon image et son (pour l'image, une image fixe par exemple, et pour le son, une boucle son de densité fixe), et, après développement, à comparer ces échantillons à un étalon, à l'œil nu pour l'image, devant une boîte à lumière, et au densitomètre pour le son. C'est une méthode très longue (essai sur chaque machine, développement, examen, cela demande au moins une heure et demie). C'est une méthode aussi très approximative pour l'image, car l'œil est un mauvais photomètre. De plus, il est difficile, pour l'image, de mesurer la correction à faire.

C'est pourquoi il vaut mieux se servir d'une cellule photo-électrique, et j'ai constaté que c'était beaucoup plus rapide.

Prenons une cellule photo-électrique bien sensible ; mettons-la dans un boîtier s'encastant dans la fenêtre de tirage pour l'image, pour le son, dans un boîtier s'encastant au tambour du son ; par conséquent, la cellule sera toujours à la même distance de la source lumineuse, et toujours dans la même position. La cellule est relié à un micro-ampèremètre.

J'ai fait les mesures à une « lumière » moyenne de l'échelle des lumières ; nous utilisons la « lumière 12 » qui est une lumière très employée dans un négatif normal. Supposons que la déviation du micro-ampèremètre doive être de 40 micro-ampères. Nous constatons qu'un jour, nous avons 40 micro-ampères, le lendemain 42 micro-ampères, le surlendemain 38 micro-ampères... Les variations dépassent parfois 2 micro-ampères, ce qui correspond à une différence d'un « point » de tireuse environ. Nous rectifions en éloignant ou en rapprochant la lampe de la fenêtre de tirage ; pour la lampe-image, le tube support est amovible par rapport au tube qui sert à régler la tireuse en « points » ; nous bloquons ce tube-support d'étalonnage lorsque nous avons fait notre réglage.

Pour rectifier la lampe-son, nous ne pouvons utiliser ce procédé car nous ne pouvons bouger la lampe lorsque nous l'avons réglée pour avoir une uniformité de l'éclairement. Nous modifions son éclairement au moyen d'un « rhéostat d'étalonnage ».

J'ai fait de nombreux échantillons pour contrôler si les lectures faites à la cellule photo-électrique correspondaient bien au résultat escompté. Il en a toujours été ainsi, approximativement.

La pellicule positive est insensible aux radiations rouges et jaunes ; elle est surtout sensible au bleu, au violet, à l'ultra-violet. La cellule photo-électrique agit sous les diverses radiations. J'ai mis devant la cellule un filtre Wratten n° 78 B, ne laissant passer ni le rouge, ni le jaune

(c'est le même filtre qui est utilisé dans le sensitomètre Eastman 11 B pour tirer les sensitogrammes positifs). J'ai obtenu des résultats plus précis.

Résultats pratiques du contrôle des tireuses

J'ai fait des mesures dans un atelier d'éclairage, comprenant :

12 tireuses image et son « Debie » (10 pour la grande série, 2 pour le premier positif), plus une équipée uniquement pour le son premier positif, 2 pour tirer les films sous-titrés, une équipée spécialement pour tirer de la pellicule contretypé positive (Finegrain Kodack 1365), 4 tireuses optiques et réductrices (pour le tirage du 16 mm.).

Prenons d'abord le cas pour les tireuses série et premier positif. Toutes les tireuses tournent rigoureusement à la même vitesse (car elles sont embrayées sur le même arbre) ; nous le contrôlons facilement avec un compteur de tours. Ceci est important, car le temps de pose doit être constant, et le même pour toutes les machines. Désignons ces tireuses par des lettres A, B, C, D,...; nous pourrions penser que toutes les tireuses doivent faire dévier de la même façon l'aiguille du micro-ampèremètre, pour obtenir un tirage identique. En pratique, j'ai constaté qu'il n'en est pas ainsi, car j'ai réglé toutes les tireuses au même éclaircissement, mesuré à la cellule (40 micro-ampères à la « lumière 12 »). J'ai fait un tirage du même échantillon sur chaque tireuse, et développé tous ces échantillons ensemble. J'ai constaté qu'il y avait des différences de densité allant jusqu'à un point ou un point et demi :

Tireuses	Image (densité)	son (densité)
A	Normale	0,70
B	Normale	0,85
C	+ 1 point	0,75
D	— 1/2 point	0,73
...		

Nous pourrions penser que ces différences proviennent des lampes elles-mêmes, émettant des radiations différentes en longueur d'ondes, dans des proportions différentes. J'ai alors fait l'expérience suivante : j'ai pris des lampes, ayant « brûlé » autant les unes que les autres ; j'ai fait une première fois l'essai ci-dessus ; puis j'ai interverti les lampes (j'ai pris la lampe de la tireuse A pour la mettre sur la tireuse B, celle de B pour la mettre sur A, ainsi de suite...).

J'ai réglé à nouveau toutes les tireuses à la même déviation de la cellule comme précédemment, et refait tous les échantillons, et j'ai constaté que les résultats étaient les mêmes que précédemment.

L'explication, à mon avis, est la suivante : quoique toutes les tireuses soient semblables, comme dimension, vitesse, il se forme de la lumière parasite, par réflexion et par diffusion dans la boîte de lumière, faisant

que des rayons lumineux arrivent presque obliquement sur la fenêtre de tirage et agissent de même sur la pellicule positive qui est collée en F F' (voir fig. 14). Comme nous faisons la mesure à la cellule, qui est à une distance de 1 cm. de cette fenêtre, par suite de l'épaisseur de son boîtier, une partie de cette lumière n'est pas enregistrée par la cellule ; cette lumière doit être irrégulière suivant les différentes tireuses (la réflexion n'est pas la même dans la boîte de lumière suivant que la peinture noire est plus ou moins bonne, et que l'huile qui suinte sur les parois et les pièces tournantes est plus ou moins abondante).

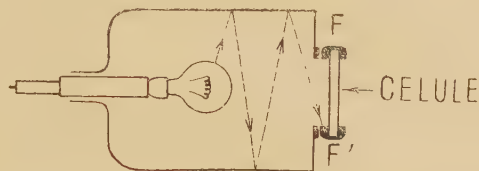


FIG. 14

D'autre part, il ne faut pas oublier que les variations de résistance (poussières sur les plots, etc...), font varier les éclaircissements des lampes.

Comme conséquence, il faut établir un barème de déviation du micro-ampèremètre pour le réglage à la cellule photo-électrique. On établit le barème avec des échantillons. On obtient alors un tableau de réglage de cet ordre :

Tireuses	Image	Son
A	40 m. amp.	4,5 m. amp.
B	40 —	4,3 —
C	38 —	4,45 —
D	41 —	4,5 —
—		
—		

Je remarque que pour le son, il faut un micro ampèremètre très sensible, étant donné qu'il y a beaucoup moins d'éclaircissement pour le tirage son que pour le tirage image.

J'ai réglé les tireuses par ce système pendant deux ans et j'ai obtenu des résultats satisfaisants, d'abord beaucoup plus simples que l'ancien système à l'échantillon et beaucoup plus rapide et beaucoup plus précis.

J'ai toujours constaté ce fait :

Des tireuses, qui étaient réglées au barème, étaient dérégées ou non après 8 heures d'utilisation, en étant tantôt « en-dessus », tantôt « en-dessous » du barème, sans que la lampe ait changé de place, ce qui est

facile à vérifier ; ces variations dépassaient même parfois 1 point pour l'image et 2 points pour le son.

Nous comprendrions que la lampe puisse avoir baissé d'intensité lumineuse, par suite du vieillissement, quoique cela pratiquement soit extrêmement faible. Ces variations *irrégulières* ne s'expliquent pas non plus par suite du vieillissement de la lampe au point de vue de la température de couleur. Or, ces variations ne se reproduisent que pour une tireuse qui a été en service, c'est-à-dire dont la lampe a été soumise constamment à des tensions différentes et aux vibrations que provoque le fonctionnement de la machine.

J'ai constaté que la lampe d'une tireuse allumée en même temps que les autres, la tireuse n'étant pas mise en service, et restant ainsi allumée 8 heures, 16 heures... sous une tension constante (106 volts), ne variait pas. Il y a donc lieu de penser que ce mode d'utilisation des lampes sous des tensions variables (et variant très brusquement) est mauvais au point de vue de la constance de l'éclairement.

Ceci renforce notre conviction qu'il est préférable d'avoir des tireuses où la lampe est alimentée toujours sous la même tension et où le changement de lumière est obtenu par un procédé à diaphragme, par exemple.

Remarque : Comparaison du tirage à défilement saccadé et à défilement continu. — Comme nous l'avons dit, les tireuses utilisées partout en France sont des Debrie, à défilement saccadé pour l'image, le défilement étant forcément continu pour le son. Il existe des tireuses continues, utilisées principalement en Amérique.

Chaque système a ses avantages et ses inconvénients. Le défilement saccadé tire malgré une différence de pas entre le négatif et le positif, puisque les différences de pas sont rattrapées à chaque image. C'est là son grand avantage sur le défilement continu. Il assure un bon contact entre le négatif et le positif pendant la période d'exposition. Les pellicules sont arrêtées et bien pressées les unes contre les autres par le marqueur presseur ; il n'y a pas facilement de défaut de « pompage », sauf lorsque la machine est dérégulée.

* Mais il y a des inconvénients ; il use le négatif beaucoup plus qu'avec le défilement continu. En effet, les perforations du film sont soumises aux griffes du charriot d'entraînement qui les stoppent rapidement. Et si l'ouvrière n'a pas bien monté ses boucles et qu'il y ait des tensions, il se produit du « piquage » ; les perforations de la pellicule s'abîment et s'usent en prenant cette forme arrondie représentée par la figure 15.

Ce défaut est très grave pour un négatif qui est irremplaçable, car il entraîne du jeu dans le défilement. Il faut alors réparer à la main chaque perforation en collant sur les perforations abîmées un bout de pellicule, ce qui est un travail très long et très difficile.

La tireuse à défilement saccadé use à tous les point de vue le film plus que la tireuse à défilement continu, à cause du marteau presseur et du stoppage brusque. En pratique, un négatif qui a été tiré 60 fois dans une tireuse Debrrie commence à être abîmé ; il y a notamment quelques rayures sur la gélatine, et cela donnera sur les positifs projetés un effet de pluie.

De plus, la tireuse à défilement saccadé est beaucoup moins rapide que la tireuse à défilement continu. En pratique, nous sommes arrivés à porter des tireuses à défilement saccadé Debrrie à la vitesse de 1.000 m. à l'heure (c'était une augmentation de vitesse de 33 %) en employant



PERFORATIONS PIQUÉES



PERFORATIONS NORMALES

FIG. 15

des axes et des charriots en acier nitruré. Les tireuses continues (utilisées en Amérique) tirent jusqu'à trois fois plus vite. En effet, le film n'est soumis à aucun choc ; tout le déroulement se fait sur des tambours, pour avoir une bonne adhérence du positif sur le négatif, et pour qu'il n'y ait pas de glissement.

Mais le grave inconvénient de la tireuse continue se manifeste lorsque le négatif et le positif n'ont pas le même pas. Ce cas se présente surtout pour les vieux négatifs qui ont du retrait. Le pas du positif, lui, est en général à peu près normal puisque c'est de la pellicule neuve, et encore certains fabricants de pellicule n'ont-ils pas une constance de pas absolue dans leur fabrication. En effet, quand une nouvelle dent s'engage dans les deux films superposés, il y a glissement du film le plus court sur le film le plus long, pendant la période de rattrapement. C'est ce qui entraîne, pendant un temps très court, une impression parasite, qui peut donner une impression de « flou » ; cette impression ne se manifeste qu'à partir d'une certaine différence de pas ; plus la hauteur de la fenêtre de tirage est grande, plus on la voit. C'est pourquoi dans les sons, où la fenêtre de tirage est très peu haute (2 mm. 5), on ne s'en aperçoit pas. Pour une tireuse à défilement continu, il y a intérêt à avoir une fenêtre de tirage de faible hauteur, ce qui ne présente pas de difficulté ; il n'y a qu'à mettre une lampe assez intense. Pratiquement, ce défaut ne se voit pas avec des négatifs ayant un retrait inférieur à 1 % ; il est assez rare de trouver des négatifs ayant un retrait supérieur.

Les remarques sur le système de changement de « lumière » s'appliquent aussi bien à la tireuse continue qu'à la tireuse saccadée. Certaines tireuses continues américaines sont construites avec un système à changement de lumière par diaphragme (diaphragme à fente) ; c'est un système logique.

Assortiment de tireuses dans une usine de tirage

En plus des tireuses ordinaires, pour tirer les copies de série et les premiers positifs, une usine de tirage a intérêt à posséder une tireuse pour pellicule Duplicating positive Kodak 1365. Cette pellicule a l'avantage d'avoir des grains très fins, ce qui est très utile pour tous les truquages et lorsqu'on veut tirer des négatifs sur Duplicating négative Panchromatic. Cette pellicule est environ 15 fois moins sensible que la pellicule ordinaire ; nous avons vu qu'elle se développait dans le bain négatif dilué au gamma de 1,10 environ.

Pour la tirer, nous avons pris tout simplement une tireuse Debie ordinaire, équipée avec une lampe de 500 w. (au lieu de 100 w.), et réduit la vitesse d'un tiers de celle des autres. Avec une lampe de 500 w., il est nécessaire d'avoir une soufflerie, ventilant la boîte de lumière, pour éviter que le film ne prenne feu ; cela ne présente aucune difficulté ; il faut nettoyer de temps en temps le filtre d'air du souffleur.

On appelle « tireuse-titres » une tireuse qui tire les images et les sons comme une tireuse ordinaire, et tire en plus des titres qui peuvent se trouver au bas de l'image, ou au milieu dans quelques cas ; une telle tireuse sert à imprimer, par un procédé photographique, des phrases sur un positif, qui sera par exemple un film parlant en langue étrangère, les phrases que le spectateur verra sur l'écran et correspondant au dialogue étant en français. Ce sera « une version originale sous-titrée ».

Les tireuses « titres » employées en France sont des Debie, ainsi constituées : la lampe est placée derrière un collimateur envoyant de la lumière parallèle qui traverse d'abord le négatif-titre, puis tombe sur un miroir à 45°, qui réfléchit la lumière sur une fenêtre de tirage ordinaire, où sont le négatif et le positif (voir fig. 16).

La lampe, une fois réglée comme emplacement, ne peut plus être déplacée, puisqu'elle doit être au foyer du collimateur. Remarquons que cette lampe est une 250 w. (refroidie par une soufflerie), à cause de la distance de la lampe à la fenêtre, et à cause de l'absorption à travers le collimateur et à travers le négatif-titre.

Le variateur de bandes-titres est enclenché dès qu'un titre doit apparaître ; il amène la bande au titre voulu pendant le temps nécessaire (en général au moins 10 images), et l'éclipse ensuite.

Il est à remarquer, en pratique, que souvent les copies sous-titrées sont moins régulières que les autres. En effet, le montage de la bande-titre est assez délicat pour la machine, et la fabrication de cette bande à l'atelier des titres n'est pas toujours bonne ; les lettres des titres doivent être extrêmement nettes ; pour cela, la caméra doit être mise au point et la pellicule employée (la négative-son est très bonne pour cela) doit être développée dans un bain très contraste (bain pour titres).

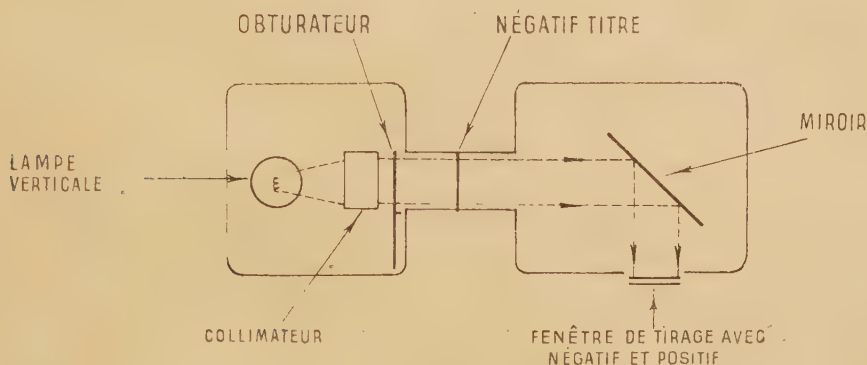


FIG. 16

Il faut surtout que ce négatif-titre soit très propre, sinon on photographie les poussières. De plus, quand on passe d'un film à un autre, donc qu'on change de bandes-titres, il y a lieu de faire attention à ce que l'absorption par le support de ce négatif-titre soit bien la même. C'est là une remarque très importante, à laquelle on ne fait pas assez attention en général. J'ai mesuré à la cellule photo-électrique qu'il y avait parfois des différences d'absorption par les bandes-titres de 10 %, qui proviennent du support.

Pour contrôler l'éclairement de la tireuse, comme on ne peut pas modifier la place de la lampe comme dans une tireuse pour faire l'étalonnage, nous nous servons d'un rhéostat dit « rhéostat d'étalonnage » qui modifiera la tension.

Autres procédés pour imprimer les titres dans une usine de tirage

Certaines usines de tirage impriment les titres par un procédé d'imprimerie, sur les copies positives. Les lettres d'imprimerie sont imprégnées d'une dissolution de formol, chauffées à 70° et imprimées sur la pellicule ; la gélatine est dissoute, et il ne reste que le support. Le film passe ensuite dans une sècheuse.

Ce procédé est peu rapide et coûteux. Une machine comme la Filma-

typ coûte fort cher, et les caractères d'imprimerie également, car ils doivent être petits et très précis.

Le réglage de la machine est délicat ; dans une copie il y a presque toujours des bavures sur le pourtour des lettres, et à la projection, étant donné l'énorme grossissement, cela donne un effet de « flamboiement » des lettres.

Cette méthode d'impression des titres est, actuellement, de plus en plus abandonnée. Elle ne sert plus que pour pouvoir utiliser encore de vieilles copies positives en langues étrangères, qu'on désire encore utiliser en version française sous-titrée.

Tireuses réductrices

Actuellement, le seul format réduit utilisé est le 16 m/m. Les tireuses réductrices Debrie sont à défilement saccadé pour l'image ; elles sont montées avec des lampes de 500 w. avec soufflerie. Le réglage des lampes se fait alors avec un rhéostat d'étalonnage. Le changement de lumière est le même que dans les tireuses ordinaires, l'objectif se dérègle rarement. La tireuse réductrice tire d'abord deux copies positives avec image seulement ; une autre tireuse réductrice tire ensuite le son.

Étant donnée la réduction de la piste sonore, le résultat est meilleur avec le système à densité fixe qu'avec le système à densité variable.

Remarque sur les tireuses en lumière dirigée. — Lorsqu'on tire une image par contact, elle est beaucoup moins contrastée qu'à la lumière dirigée. En effet, le coefficient de Callier étant 1,3, on a :

$$D_{\parallel} = 1,3 \cdot D_{\#}$$

Dans les tireuses réductrices 16 m/m qui sont en lumière dirigée, il y a donc lieu de diminuer le temps de développement pour avoir les mêmes contrastes que sur une tireuse par contact, pour la même pellicule. En pratique, il faut développer dans le bain positif n° 4, avec 50 secondes en moins.

D'autre part, dans le tirage optique, il y a de la lumière parasite (lentilles sales, réflexion sur les surfaces des lentilles), qui barbouille d'un voile uniforme l'image. Je l'ai constaté en faisant l'expérience suivante :

J'ai mis un écran noir sur la moitié du négatif ; on devrait obtenir un positif qui aurait une moitié non impressionnée ; or, j'ai constaté qu'on obtenait un positif avec une moitié légèrement voilée. Donc, il y a de la lumière parasite qui engendre un voile. Il y a par conséquent lieu de bien nettoyer les objectifs et d'avoir des objectifs peu ouverts. La lumière diffusée arrive à atteindre 10 % de la lumière normale ; cette lumière diffusée nous réduit l'intervalle de luminosité indispensable.



Tirage des sons avec la lumière ultra-violette

La Société Américaine R. C. A. enregistre des sons à densité fixe avec un appareil utilisant de la lumière ultra-violette, et conseille de l'utiliser pour le tirage des sons. Les résultats sont meilleurs, parce que la séparation des noirs et des blancs est très nette.

En effet, le pouvoir résolvant est augmenté parce que l'impression est superficielle — car l'ultra-violet est très fortement absorbé par la gélatine. L'impression étant superficielle, il y a moins de diffusion dans l'épaisseur de la couche sensible (qui est de l'ordre de 2/100èmes de millimètre).

A notre avis, nous pourrions nous servir des tireuses actuelles, en mettant un filtre ne laissant passer que la lumière ultra-violette. Il y aurait lieu alors d'employer des lampes de plus forte intensité lumineuse.

Tireuses multiples

A l'heure actuelle, en France, il n'existe pas à proprement parler de tireuses multiples, c'est-à-dire de tireuse tirant plusieurs copies positives d'un même négatif défilant devant une fenêtre. Il existe un montage de tireuses à défilement saccadé, superposées en quelque sorte, qui permettent de tirer quatre copies. Ce système est plus rapide, mais pas quatre fois plus, car le chargement d'une telle machine, avec toutes les boucles qu'il faut faire, est compliqué et long. Il ne donne pas une plus grande uniformité des copies, puisque ce sont quatre tireuses différentes. Il a surtout l'inconvénient d'accumuler les poussières et les incidents de tirage de cet ordre, puisqu'il n'y a pas d'essuyage entre chaque tirage de copie.

J'ai participé à des essais d'une véritable tireuse multiple pouvant tirer 6 copies ensemble. La lumière issue d'une source lumineuse traverse un collimateur puis se répartit grâce à des miroirs sur 6 fenêtres de tirage ; le chemin optique est le même pour les 6 fenêtres, pour y avoir le même éclaircissement. Le défilement est continu, et le système de changement de

lumière se fait par diaphragme. Une grosse difficulté, non encore surmontée, vient de la source lumineuse qui doit être extrêmement intense et constante. Aucune lampe à incandescence n'a donné satisfaction. Il est inutile de songer à une lampe à arc à cause de l'instabilité de cette source. Nous avons alors essayé l'emploi d'une lampe à vapeur de mercure comprimée, marchant sur courant alternatif, qu'une circulation d'eau refroidit. La lampe était faite pour marcher sur courant alternatif de 50 périodes ; les essais faits à cette fréquence n'étaient pas satisfaisants, car on « cisématographiait » les périodes ; nous avons alors fait marcher la lampe sous 700 périodes ; l'inconvénient cité plus haut avait disparu ; la lampe (qui coûte fort cher) présentait l'inconvénient de subir un choc à l'allumage, choc qui lui est quelquefois fatal. Une fois allumée, elle présente une assez bonne constance de lumière, mais la machine n'est pas encore complètement au point. Ce serait une assez grande innovation dans le tirage, que d'avoir une tireuse multiple.

Système de tireuses à envisager

Nous envisageons le système suivant, qui aurait l'avantage de ne pas avoir de variateur et qui réduirait dans des proportions considérables le prix d'une tireuse.

Étalonnons le film négatif comme d'habitude ; l'étalonneur au moyen d'une métreuse indique sur un carton la longueur des scènes par changement de lumière, pour l'image comme pour le son. Puis nous tirons sur une tireuse prévue pour cela, sans négatif, un noircissement uniforme par scène, qui servirait d'écran ; ce noircissement aurait une densité appropriée à l'image et au son, correspondant aux lumières demandées. C'est simple et facile, puis nous tirons sur une tireuse à défilement saccadé ou continu, sans variateur, en mettant sur la fenêtre de tirage les pellicules dans l'ordre suivant : pellicule-écran, négative, positive. Il n'est pas plus difficile de tirer à trois pellicules qu'à deux ; il faut prévoir deux enrouleuses en plus.

Mais ce système présenterait des inconvénients. Il y aurait des difficultés de réglage de la tireuse et surtout de développement, pour obtenir cette pellicule-écran à la densité voulue. De plus, il complique un peu le montage pour l'ouvrière. Enfin, il est assez coûteux car il faudra autant de pellicule-écran que le film est long (cela ferait environ 5.000 francs actuellement pour un film normal), mais cela peut s'amortir sur un négatif qu'on tire trente fois ou plus en copies de série.

Il ne faut pas songer, à mon avis, à envisager une variation de l'éclairement, par variation du temps de pose. En effet, il est très difficile de mettre au point un dispositif entraînant une variation du moteur d'entraînement instantanée, qui modifierait ainsi le temps de pose et

qui serait ainsi un système de changement de lumière, et surtout ce système serait très compliqué pour tirer l'image et le son ensemble, car il faudrait souvent des vitesses différentes pour le son et pour l'image ; il ne faut pas songer, à notre avis, à envisager un relais entre l'image et le son avec enrouleuse, pour permettre un battement.

Systèmes de tireuses continues pour tirer d'après contretypes. — Une usine de tirage a souvent à tirer des copies positives d'après un contretype négatif :

1° Lorsqu'on reçoit un film étranger, on reçoit un contretype positif. Si, comme c'est généralement le cas, surtout pour les envois d'Amérique, le négatif original a été bien étalonné, le contretype négatif se tire à une lumière constante, sur pellicule pour contretype négatif. Ce contretype négatif, pour donner des copies positives de série, se tire naturellement à une seule lumière ;

2° Lorsqu'on tire un très grand nombre de copies d'un film (plus de 60 copies en général), on ne peut pas toujours utiliser le négatif qui est trop abimé ; on tire d'après un contretype ; c'est le cas des « journaux d'actualités » qui se tirent souvent à 150 copies et plus.

Pour tirer d'après contretypes, au lieu de se servir comme on le fait actuellement, de tireuses ordinaires qui présentent les inconvénients déjà signalés, il serait logique à mon avis, d'utiliser une tireuse prévue pour cela, qui serait très simple à établir, puisqu'il n'y a pas de changement de lumière.

A mon avis, il faut envisager une tireuse continue ; en effet, le contretype venant d'être fait, il n'y a pas beaucoup de retrait et nous n'avons pas à craindre l'inconvénient d'avoir des pas trop différents. Nous l'envisageons en tirage standard (c'est-à-dire image-négatif et son négatif pour la même bande négative du contretype), et nous envisageons cette tireuse réversible, de telle sorte qu'il n'y ait pas à démonter le négatif, une fois un positif tiré, le retourner sur une enrouleuse, remonter le négatif et recommencer à tirer.

Avaries de tirage

Effluves. — Ce phénomène se produit lorsque deux pellicules glissent l'une sur l'autre. Cela se produit lorsqu'on prépare les bobines de pellicule vierge pour le tirage ou lorsque, par suite d'un mauvais montage sur la tireuse, les boucles sont mal montées, et que la pellicule positive glisse sur l'un des négatifs.

Rayures. — Des rayures se forment sur la gélatine dans la fenêtre de tirage lorsqu'on a des pellicules sales, ou un degré hygrométrique mauvais ; il se forme un amoncellement de saletés ou de petits morceaux de gélatine, sur la fenêtre de tirage, qui rayent la pellicule. Il y a donc lieu de nettoyer fréquemment la fenêtre de tirage avec une peau de chamois.

Des rayures se forment également par « coup d'enrouleuse » sur les négatifs. L'ouvrière, lorsqu'elle retourne son négatif sur l'enrouleuse, peut rayer en donnant des à-coups, ou en faisant dérailler la pellicule des plateaux de la machine.

Piquage. — Nous avons déjà parlé de cet inconvénient qui se produit lorsque la machine est mal montée, ou lorsque les griffes de la fenêtre de tirage sont trop piquantes.

Décadrage. — Cet inconvénient se produit lorsque les perforations sont abimées, la griffe du chariot tourne parfois dans le vide. Une ouvrière attentive s'en aperçoit à travers la vitre du marteau-presseur, et doit stopper sa machine aussitôt pour recommencer.

Déraillement du film. — Cet inconvénient se produit lorsque la machine est dérégulée, surtout au point de vue des rouleaux-presseurs sur les débiteurs. Il se produit également lorsqu'une collure cède. Il faut aussitôt arrêter la machine. Malheureusement, le négatif est souvent abimé dans ce cas, notamment par les dents des débiteurs.

Manque de fixité. — Dans la projection sur l'écran, l'image semble tremblér. Cet inconvénient se produit par suite du mauvais réglage du marteau-presseur.

Pour contrôler la fixité d'une tireuse, j'ai opéré de la façon suivante : je prends un négatif qui est un simple quadrillage dont le côté est égal à l'intervalle séparant deux perforations ; je le tire deux fois sur la tireuse en le décadrant d'une perforation au second tirage ; à la projections, les deux quadrillages ne doivent pas chevaucher.

Pompage. — Cet inconvénient se produit surtout au son lorsqu'il y a un glissement par suite du mauvais réglage du presseur, ou par suite de la différence de pas.

Pannes mécaniques et électriques. — Il arrive quelquefois que les électro-aimants brûlent ou que des courts-circuits se forment dans les variateurs. Il arrive aussi que l'embrayage donne un à-coup, qu'il y ait du jeu dans le charriot ou que la tireuse vibre parce que les courroies sont mal tendues.

La panne la plus fréquente est le survoltage de la lampe, surtout de la lampe-image. Une ouvrière attentive s'en aperçoit tout de suite, en regardant la fenêtre de tirage, elle voit les filaments qui se touchent.

J'ai remarqué que cette avarie se produit surtout parce qu'il y a trop de vibrations, par exemple lorsque l'obturateur est déséquilibré.

Remarque sur le tirage des sons. — Nous savons que les fréquences audibles, inscrites sur les bandes sonores des sons à densité fixe et à densité variable, sont les mêmes pour les deux densités : de 50 à 10.000 environ. Mais le système à densité fixe est plus facile à tirer parce qu'il permet plus d'irrégularités dans le tirage. En effet, une différence de densité dans le système à densité fixe est moins grave pour le lecteur de son du projecteur, qu'une différence de densité anormale dans le système à densité variable. D'autre part, si le négatif est bon, le tirage d'une densité fixe se fait sans changement de lumière. Le système à densité fixe est donc très facile à étalonner par rapport au système à densité variable.

*
**

Mesures de sécurité contre l'incendie dans un atelier de tirage

Toutes les canalisations électriques doivent être sous tubes d'acier. Le risque d'incendie peut venir surtout d'un oubli, par exemple d'une ouvrière qui laisse sa pellicule sur une tireuse arrêtée, la lampe étant allumée, sans la soufflerie en route, dans une tireuse à lampe de 250 w. à 500 w. Des étincelles peuvent également se former dans les électro-aimants ou les contacteurs, par suite du mauvais état des machines ou d'une sorte de grippage par suite de l'humidité.

Un atelier de tirage qui prendrait feu engendrerait une véritable catastrophe, car le personnel n'aurait sans doute pas le temps de fuir assez rapidement, et les explosions des bobines feraient de graves dégâts.

En général, il y a des extincteurs d'incendie ordinaires, qui sont peu efficaces sur la pellicule celluloïd, et des bouches d'eau qui sont encore, dans l'état actuel des choses, le meilleur système. Il est bon d'avoir des « grinells ».

J'ai fait de multiples essais d'extincteurs, et je n'en ai jamais vu qui éteignent des bobines de film enflammées. Toutefois, ceux à neige carbonique empêchent la flamme de se propager trop loin. N'oublions pas qu'une bobine de film celluloïd enflammée, plongée dans un baquet d'eau, continue à y brûler entièrement.

Le meilleur résultat que j'ai vu fut celui de la poudre des extincteurs « contre-feu ». Cet extincteur déverse un jet de poudre à base de bicarbonate, qui sous l'action de la chaleur, donne du gaz carbonique. Une bobine enflammée n'est pas éteinte, mais bien entourée de cette poudre, elle brûle sans que la flamme soit trop importante, en dégageant une épaisse fumée,

Les incendies peuvent surtout provenir de la pellicule défilant dans la tireuse en face des fenêtres de tirage, et non pas lorsqu'elle défile dans les carters. Je crois donc qu'il y a lieu d'envisager le système suivant : mettre des orifices de tuyaux en face de la pellicule entrant et sortant des enrouleuses des tireuses, de telle sorte qu'un jet de gaz carbonique sortant de ces orifices noie la pellicule dans un nuage de gaz carbonique. Ces tuyaux seraient reliés à un réservoir où du gaz carbonique serait sous pression. Une cellule photo-électrique placée derrière un écran, ne laissant passer ni la lumière rouge, ni la lumière jaune, serait montée de telle façon que la pellicule défile devant elle. Ces cellules commanderaient l'ouverture automatique des vannes de gaz carbonique, au cas où elles seraient soumises à de la lumière blanche, laquelle ne peut provenir que de l'incendie de la pellicule.

Ce système ne présente pas de danger pour les ouvriers et je pense qu'il peut donner des résultats intéressants. Evidemment, il est assez coûteux.

Eclairage de l'atelier de tirage

L'éclairage de l'atelier de tirage pour les copies de série où seule de la pellicule positive ordinaire est employée, se fait en lumière jaune et rouge. Il n'y a qu'à employer des filtres.

Il est bon d'avoir une salle à part, où l'on tire les contretypes. Pour tirer de la pellicule pour contretype négative panchromatique (Kodak 1203), il faut éclairer la salle comme pour un négatif ordinaire, avec un peu de lumière verte très faible.

Quelquefois au cours de l'année, il est bon de contrôler si les éclairages ne voilent pas, en mettant un morceau de pellicule exposée à la lumière de la salle pendant une heure, et en la développant pour voir s'il n'y a pas de voile.

Température — Degré hygrométrique du tirage — Propreté du local

Le degré hygrométrique le plus favorable est de 50 % environ ; pour le personnel, il est bon qu'il fasse 18 à 20° dans la salle de tirage, comme dans la salle où l'on prépare la pellicule vierge.

Naturellement, il est très important qu'il n'y ait pas de poussière dans ces locaux. Les Américains « conditionnent » l'air de ces salles dans leurs usines de tirage ; l'air filtré y est envoyé avec ce degré hygrométrique et cette température. Il faut que la salle soit en pression. En France, il n'existe pas de telles installations, qui sont très coûteuses, et c'est regrettable. Les ateliers de tirage sont simplement chauffés par des radiateurs en hiver.

Salles d'essuyage et de contrôle des négatifs

Près de la salle de tirage, doit exister une salle, éclairée en blanc, où l'on vérifie les négatifs quand ils viennent du stock, où on les essuie et on les répare quand il y a lieu. Cette salle doit être très propre, contenir des tables enrouleuses, où l'on retournera les bobines pour les contrôler ; des lampes d'éclairage derrière des verres dépolis, doivent être placées sur la table et en-dessous pour voir le film en transparence et en lumière réfléchie. On peut nettoyer un négatif à la main, avec un velours imbibé de toluène. J'ai remarqué qu'il était prudent de mettre un fil à la terre aux enrouleuses, parce que le film est chargé d'électricité et quand on essuie les poussières, les poussières de l'air sont attirées et se collent dessus.

La construction d'une essuyeuse automatique semble simple, et, en réalité, peu d'essuyeuses donnent satisfaction, car il faut régler un système de presseur de velours imbibé de toluène. Cette machine devrait être sous carter vitré, pour éviter les poussières.

Dépolissage

Lorsqu'un négatif est rayé sur le celluloïd, le remède pour enlever cette rayure consiste à le dépolir. La dépolisseuse est une meule de verre à grain très fin, constamment humidifiée d'acétone (fig. 18).

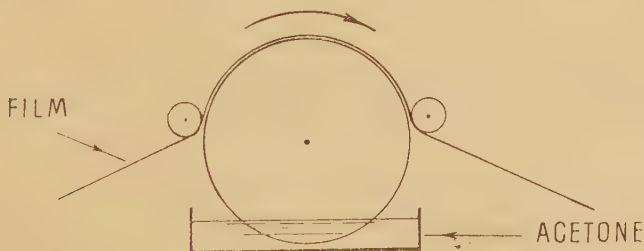


FIG. 18

Le film entraîne la meule autour de son axe ; l'acétone ramollit le celluloïd et le grattage de la meule de verre sur le film unifie la surface du support.

Ce procédé donne des résultats corrects.

Lavage

Lorsqu'un négatif est rayé sur la gélatine, c'est évidemment beaucoup plus grave que lorsqu'il est rayé sur le support ; cependant, si la rayure n'est pas trop forte, le procédé suivant arrive à la faire disparaître plus ou moins. La pellicule est envoyée au service développement qui la lave ainsi : la pellicule passe d'abord dans un bain de carbonate de potasse à forte dose qui ramollit la gélatine ; puis elle passe dans un tube d'eau de lavage, qui enlève le carbonate de potasse et qui a tendance à étendre la gélatine ; puis elle passe dans une cuve d'eau acidulée (acide chlorhydrique) à assez forte dose, qui rétracte la gélatine et qui fait se refermer les lèvres de la rayure ; puis elle passe dans des tubes de lavage à l'eau et dans la sècheuse.

Ce lavage n'est pas du tout le même que le lavage qui est fait après le montage du négatif pour enlever les traces de doigts, et qui est un lavage à l'eau acidulée à 1 %.

CHAPITRE V

MONTAGE

J'ai déjà indiqué qu'il y avait le montage du premier positif, le montage du négatif, le montage positif, sans parler du montage fait par le producteur.

Les salles de montage utilisent des enrouleuses, des colleuses et des lectrices de son.

Actuellement pour faire les collages (la colle comprend 2/3 d'acétone et 1/3 d'acétate d'amyle), on se sert de colleuses automatiques qui sont plus rapides et plus propres que les colleuses à la main. En rabotant la surface à coller, il faut faire attention à ne pas abimer le support.

Les synchroniseuses modernes sont à moteur électrique. Elles servent au montage du premier positif comme au montage négatif.

Au montage quand il y a un faux départ au studio, ou qu'il y a un faux numéro sur les pellicules, ou que le son a été mal numéroté par l'ingénieur du son, les monteuses sont obligées d'avoir recours à une lectrice de son, où le son et l'image défilent, le premier dans un lecteur de son, et le second devant une forte loupe. Cela correspond en somme à de la projection qui permet de retrouver le synchronisme.

Dans les salles de montage, il faut une très grande propreté pour éviter les poussières. Elles auraient intérêt à être conditionnées.

CONTROLE DES FILMS PAR PROJECTION

Pour contrôler les positifs à la sortie du développement, et avant de les livrer au montage positif, qui les livrera au client, il faut vérifier s'il n'y a pas eu d'avaries dans le tirage ou le développement, avaries qui peuvent être : rayures, points blancs, points noirs, taches, images blanches, photographie de l'image irrégulière, trop foncée ou pas assez, piste sonore à une densité différente de la densité voulue, décradage, manque de fixité...

Evidemment, un système de contrôle consiste à passer le film dans un projecteur sonore, analogue à celui des salles cinématographiques. Mais cela est coûteux et long, car l'installation de nombreuses salles de projection dans une usine de tirage et la consommation d'électricité en résultant, sont chères. Mais il est largement suffisant de projeter le film dans un petit appareil de projection muet, projetant à la fois sur l'écran l'image et le son.

Un contrôleur exercé voit très bien si la piste sonore est correcte à tous points de vue, netteté, densité voulue approximativement, que ce soit le système à « densité fixe » ou à « densité variable ». L'image se trouve dans des conditions analogues à celles d'une salle de projection ordinaire.

Ces contrôleurs feront tirer à nouveau, lorsque les malfaçons sont irréparables. Si la bobine est trop noire comme photographie, plutôt que de la jeter, il y a souvent moyen de la sauver en l'envoyant au service négatif, qui l'affaiblira dans le bain à base de permanganate, dit « bain d'affaiblissement ».

Si la bobine est trop claire, on utilise le bain de renforcement à bichlorure de mercure. Mais évidemment, les résultats de ces affaiblissements ne sont pas merveilleux ; ils changent la tonalité de l'image.

Ce système de contrôle pour la grande série est suffisant, à condition que les appareils de projection soient bien réglés, et toujours d'une façon uniforme. L'éclairement sur l'écran doit être constant et uniformément réparti. Ces petits projecteurs muets sont à lampes à filaments de tungstène. Il y a lieu de contrôler tous les matins si l'éclairement est bien constant, et le même pour tous les projecteurs. J'ai employé un luxmètre ou tout simplement une cellule photo-électrique ; un rhéostat dit « rhéostat d'étalonnage » permet de modifier l'éclairement de chaque projecteur.

VU ET APPROUVÉ :
Marseille, le 5 octobre 1942.
Le Doyen de la Faculté des Sciences,
GEORGES CORROY.

VU ET PERMIS D'IMPRIMER :
Aix-en-Provence, le 7 octobre 1942.
Le Recteur,
PIERRE MARTINO.

